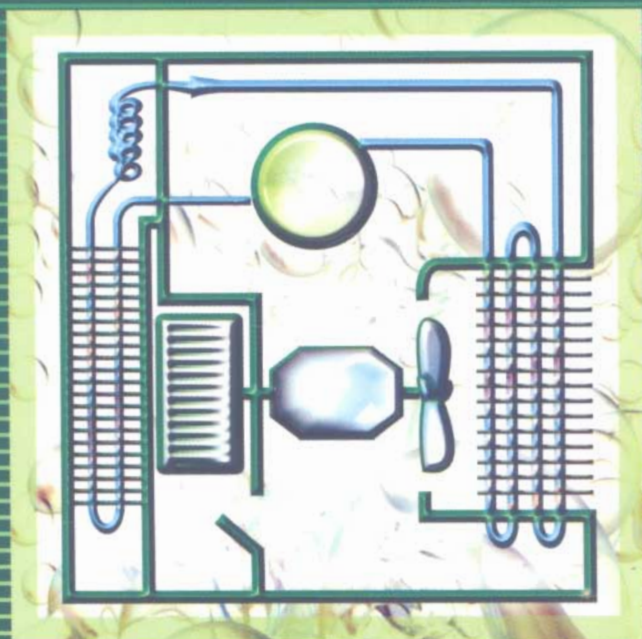


SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO HÀ NỘI

GIÁO TRÌNH

Thiết kế hệ thống lạnh

DÙNG TRONG CÁC TRƯỜNG TRUNG HỌC CHUYÊN NGHIỆP





NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI

SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO HÀ NỘI

KS. ĐỖ TRỌNG HIỂN (*Chủ biên*)

GIÁO TRÌNH
THIẾT KẾ HỆ THỐNG LẠNH

(Dùng trong các trường THCN)

NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI - 2007

Lời giới thiệu

Nước ta đang bước vào thời kỳ công nghiệp hóa, hiện đại hóa nhằm đưa Việt Nam trở thành nước công nghiệp văn minh, hiện đại.

Trong sự nghiệp cách mạng to lớn đó, công tác đào tạo nhân lực luôn giữ vai trò quan trọng. Báo cáo Chính trị của Ban Chấp hành Trung ương Đảng Cộng sản Việt Nam tại Đại hội Đảng toàn quốc lần thứ IX đã chỉ rõ: "Phát triển giáo dục và đào tạo là một trong những động lực quan trọng thúc đẩy sự nghiệp *công nghiệp hóa, hiện đại hóa*, là điều kiện để phát triển nguồn lực con người - yếu tố cơ bản để phát triển xã hội, tăng trưởng kinh tế nhanh và bền vững".

Quán triệt chủ trương, Nghị quyết của Đảng và Nhà nước và nhận thức đúng đắn về tầm quan trọng của chương trình, giáo trình đối với việc nâng cao chất lượng đào tạo, theo đề nghị của Sở Giáo dục và Đào tạo Hà Nội, ngày 23/9/2003, Ủy ban nhân dân thành phố Hà Nội đã ra Quyết định số 5620/QĐ-UB cho phép Sở Giáo dục và Đào tạo thực hiện đề án biên soạn chương trình, giáo trình trong các trường Trung học chuyên nghiệp (THCN) Hà Nội. Quyết định này thể hiện sự quan tâm sâu sắc của Thành ủy, UBND thành phố trong việc nâng cao chất lượng đào tạo và phát triển nguồn nhân lực Thủ đô.

Trên cơ sở chương trình khung của Bộ Giáo dục và Đào tạo ban hành và những kinh nghiệm rút ra từ thực tế đào tạo, Sở Giáo dục và Đào tạo đã chỉ đạo các trường THCN tổ chức biên soạn chương trình, giáo trình một cách khoa học, hệ

thống và cập nhật những kiến thức thực tiễn phù hợp với đối tượng học sinh THCN Hà Nội.

Bộ giáo trình này là tài liệu giảng dạy và học tập trong các trường THCN ở Hà Nội, đồng thời là tài liệu tham khảo hữu ích cho các trường có đào tạo các ngành kỹ thuật - nghiệp vụ và đông đảo bạn đọc quan tâm đến vấn đề hướng nghiệp, dạy nghề.

Việc tổ chức biên soạn bộ chương trình, giáo trình này là một trong nhiều hoạt động thiết thực của ngành giáo dục và đào tạo Thủ đô để kỷ niệm "50 năm giải phóng Thủ đô", "50 năm thành lập ngành" và hướng tới kỷ niệm "1000 năm Thăng Long - Hà Nội".

Sở Giáo dục và Đào tạo Hà Nội chân thành cảm ơn Thành ủy, UBND, các sở, ban, ngành của Thành phố, Vụ Giáo dục chuyên nghiệp Bộ Giáo dục và Đào tạo, các nhà khoa học, các chuyên gia đầu ngành, các giảng viên, các nhà quản lý, các nhà doanh nghiệp đã tạo điều kiện giúp đỡ, đóng góp ý kiến, tham gia Hội đồng phản biện, Hội đồng thẩm định và Hội đồng nghiệm thu các chương trình, giáo trình.

Đây là lần đầu tiên Sở Giáo dục và Đào tạo Hà Nội tổ chức biên soạn chương trình, giáo trình. Dù đã hết sức cố gắng nhưng chắc chắn không tránh khỏi thiếu sót, bất cập. Chúng tôi mong nhận được những ý kiến đóng góp của bạn đọc để từng bước hoàn thiện bộ giáo trình trong các lần tái bản sau.

GIÁM ĐỐC SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

Lời nói đầu

Đất nước ta đang bước vào thời kỳ công nghiệp hoá và hiện đại hoá. Nhu cầu về nhân lực, đặc biệt là đội ngũ kỹ thuật viên và công nhân kỹ thuật lành nghề ở tất cả các lĩnh vực điện tử, điện, điện lạnh, cơ khí... đang là vấn đề cấp bách của toàn xã hội. Với mục đích nâng cao chất lượng đào tạo cán bộ kỹ thuật và công nhân kỹ thuật ngành máy lạnh và điều hoà không khí, chúng tôi đã tiến hành biên soạn giáo trình "Thiết kế hệ thống lạnh" để phục vụ cho việc giảng dạy và học tập của giáo viên và học sinh trong các trường trung học chuyên nghiệp. Giáo trình gồm có 4 chương:

Chương 1: Những số liệu ban đầu và phương pháp thiết kế thể tích mặt bằng kho lạnh.

Chương 2: Tính toán cách nhiệt và tính nhiệt kho lạnh.

Chương 3: Chọn phương pháp làm lạnh và thiết lập sơ đồ hệ thống lạnh.

Chương 4: Tính toán chu trình lạnh một cấp, tính chọn máy và thiết bị.

Giáo trình nhằm trang bị cho học sinh những kiến thức cơ bản về:

- Phương pháp thiết kế hệ thống lạnh dùng máy nén một cấp có công suất vừa và nhỏ.

- Hướng dẫn học sinh cách tính chọn máy và thiết bị cho hệ thống lạnh.

Về nội dung, giáo trình đề cập đến những tiến bộ khoa học kỹ thuật mới và những vấn đề bức xúc trong thực tế... Do đó, giáo trình không chỉ giúp cho học sinh khi ra trường mau chóng hoà nhập với môi trường sản xuất mà còn là tài liệu tham khảo bổ ích cho những ai quan tâm đến ngành máy lạnh và điều hoà không khí.

Tuy nhiên, do điều kiện thời gian có hạn, cuốn sách không tránh khỏi thiếu sót, chúng tôi rất mong nhận được ý kiến đóng góp quý báu của độc giả.

Chúng tôi xin gửi lời cám ơn các đồng chí giảng viên, cán bộ và đồng nghiệp đã đóng góp ý kiến để hoàn thiện nội dung giáo trình.

Tác giả

Bài mở đầu

ĐỐI TƯỢNG, NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU MÔN HỌC

I. ĐỐI TƯỢNG MÔN HỌC

Thiết kế hệ thống lạnh là môn học nghiên cứu về phương pháp thiết kế một hệ thống lạnh hoàn chỉnh phục vụ cho các nhu cầu lạnh, chủ yếu trong các ngành công nghiệp thực phẩm và dân dụng, bao gồm những nội dung chính sau:

- Xác định các số liệu thiết kế ban đầu.
- Phương hướng bố trí các phòng lạnh hiệu quả và hợp lý.
- Tính toán được số lượng, chiều dày các lớp cách nhiệt, cách ẩm đối với từng loại vật liệu cụ thể.
- Xây dựng sơ đồ hệ thống lạnh.
- Tính chọn máy và thiết bị đảm bảo các yêu cầu về kỹ thuật và kinh tế.

II. NỘI DUNG MÔN HỌC

Về nội dung, ngoài những kiến thức cơ bản cần có để thiết kế được một hệ thống lạnh, giáo trình còn đề cập đến những tiến bộ kỹ thuật mới, những vấn đề tồn tại trong thực tế... do đó, giáo trình không chỉ giúp cho học sinh khi ra trường mau chóng hòa nhập với môi trường sản xuất mà còn là tài liệu tham khảo bổ ích cho những người quan tâm đến ngành kỹ thuật lạnh.

Môn học được bố trí thành 4 chương:

Chương 1: Những số liệu ban đầu và phương pháp thiết kế thể tích mặt bằng kho lạnh.

Chương 2: Tính toán cách nhiệt và tính nhiệt kho lạnh.

Chương 3: Chọn phương pháp làm lạnh và thiết lập sơ đồ hệ thống lạnh.

Chương 4: Tính toán chu trình lạnh một cấp, tính chọn máy và thiết bị.

III. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU MÔN HỌC

Phương pháp nghiên cứu môn Thiết kế hệ thống lạnh là phải nắm chắc kiến thức các môn học cơ sở kết hợp với các bảng biểu, đồ thị có sẵn trong các sổ tay kỹ thuật chuyên ngành để từ đó phân tích, tính toán được những thông số của máy, thiết bị, của hệ thống đường ống và kết cấu xây dựng dựa theo các yêu cầu đặt ra ban đầu.

Để thu được kết quả tính toán nhanh và chính xác, cần phải đặc biệt chú ý tới việc nghiên cứu sử dụng các bảng, hình vẽ và đồ thị cùng nhiều ví dụ tính toán minh hoạ đã cho trong nội dung của giáo trình nhằm gắn liền các kiến thức lý thuyết với thực tế sản xuất. Ngoài ra, môn học còn được nghiên cứu thông qua mô phỏng quá trình thực tế trên mô hình tại các phòng thực hành, giúp cho người học tích luỹ thêm kinh nghiệm cho công tác tính toán thiết kế.

Kiến thức về tính toán máy lạnh và kho lạnh rất cần cho người cán bộ kĩ thuật ở nhiều ngành sản xuất để giải quyết những vấn đề kĩ thuật có liên quan đến hệ thống lạnh như trong các ngành thủy sản, công nghệ chế biến bảo quản nông lâm sản sau thu hoạch, trong đời sống, sinh hoạt... mà trong thực tế đang được ứng dụng như máy lạnh dân dụng, máy lạnh thương nghiệp, các hệ thống lạnh, kho lạnh công nghiệp và các hệ thống lạnh trên ô tô vận tải lạnh v.v.

Chương 1

NHỮNG SỐ LIỆU BAN ĐẦU VÀ PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ THỂ TÍCH, MẶT BẰNG KHO LẠNH

Mục tiêu

Tính toán được thể tích, diện tích của kho lạnh có công suất yêu cầu.

Quy hoạch được mặt bằng của kho lạnh một cách hợp lý.

Tra cứu nhanh, chính xác số liệu trong các bảng biểu, đồ thị.

Nội dung tóm tắt

- Những số liệu về khí tượng của địa điểm xây dựng kho lạnh.
- Những số liệu về chế độ bảo quản, xử lý lạnh của sản phẩm cần được bảo quản trong kho.
- Các cách phân loại kho lạnh, buồng lạnh theo chức năng.
- Xác định dung tích và tiêu chuẩn chất tải của kho lạnh theo yêu cầu thực tế.
- Xác định số lượng và kích thước các buồng lạnh trong kho lạnh.
- Phương pháp quy hoạch mặt bằng kho lạnh đạt hiệu quả cao nhất.
- Các yêu cầu cần đạt được đối với buồng máy và mặt bằng kho lạnh thương nghiệp.

I. NHỮNG SỐ LIỆU VỀ KHÍ TƯỢNG

1. Các số liệu về môi trường bên ngoài

1.1. Các số liệu chính cần xác định

- Nhiệt độ không khí: Là thông số ảnh hưởng trực tiếp đến tổn thất nhiệt của kho lạnh qua kết cấu bao che.

- Độ ẩm tương đối của không khí: Là thông số liên quan tới khả năng cách nhiệt của vật liệu cách nhiệt và chiều dày lớp cách nhiệt, ẩm yêu cầu.

- Bức xạ mặt trời, tốc độ gió, hướng gió, lượng mưa: Được quan tâm tới để lựa chọn hướng xây dựng phù hợp cho công trình, giảm tổn thất nhiệt qua kết cấu bao che do lượng nhiệt bức xạ, lượng nhiệt đối lưu. Lớp cách nhiệt không bị thấm ẩm làm mất khả năng cách nhiệt và giảm tuổi thọ.

1.2. Giá trị các thông số trong tính toán

- Đặc điểm khí hậu tại Việt Nam: Khí hậu nước ta chủ yếu được chia làm hai vùng. Miền Bắc từ vĩ tuyến $16,2^0$ (đèo Hải Vân) lên phía bắc có hai mùa nóng và lạnh tương đối rõ nét, nhiệt độ trung bình tháng nóng nhất có thể hơn 30^0C trong khi mùa lạnh ở các vùng núi phía bắc nhiệt độ có thể xuống dưới 0^0C. Miền Nam khu vực từ vĩ tuyến $16,2^0$ trở vào có thể chia làm hai mùa, mùa khô và mùa mưa với nhiệt độ trong năm tương đối ổn định, độ chênh nhiệt độ không quá 6 -7^0C.

- Nhiệt độ tính toán: Để tính toán thiết kế cho kho lạnh, người ta có thể sử dụng nhiệt độ cao nhất đã quan sát được của địa phương đó, phương án này sẽ có độ an toàn cao nhất nhưng nó sẽ đòi hỏi công suất lạnh của máy lớn kéo theo các chi phí khác làm tăng vốn đầu tư ban đầu. Để công trình đạt được hiệu quả kinh tế mà vẫn đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật, người ta chọn nhiệt độ bên ngoài để thiết kế tính toán kho lạnh là giá trị trung bình cộng giữa nhiệt độ cao nhất đã ghi nhận được và nhiệt độ trung bình của tháng nóng nhất. Giá trị này thường được cho trong những sổ tay thiết kế. Bảng 1 (cột 4) cho phép tham khảo những giá trị đó, nếu muốn an toàn tuyệt đối cần tăng giá trị đó lên 10%, ví dụ đối với khu vực Hà Nội, nhiệt độ tính toán là $37,2^0C$, nhiệt độ an toàn sẽ là $37,2^0C + 10\% \times 37,2 = 40,9^0C$.

- Độ ẩm tính toán: Độ ẩm để tính toán thiết kế kho lạnh cũng được lấy theo bảng 1 (cột 6) là giá trị độ ẩm trung bình trong tháng nóng nhất.

Các giá trị nhiệt độ và độ ẩm cho mùa đông được dùng khi cần bảo quản rau quả trong kho khi nhiệt độ bên ngoài thấp hơn nhiệt độ trong kho, khi đó sản phẩm bảo quản cần được sưởi ấm, nhưng thực tế tại nước ta điều này hầu như không xảy ra nên các giá trị đó chỉ có tính tham khảo.

Độ ẩm trung bình tháng nóng nhất được dùng để tính toán chiều dày cách ẩm, tính kiểm tra đọng sương, tính nhiệt độ nhiệt kế ướt để qua đó xác định nhiệt độ nước làm mát ra khỏi tháp giải nhiệt trong các hệ thống lạnh dùng nước làm mát bình ngưng.

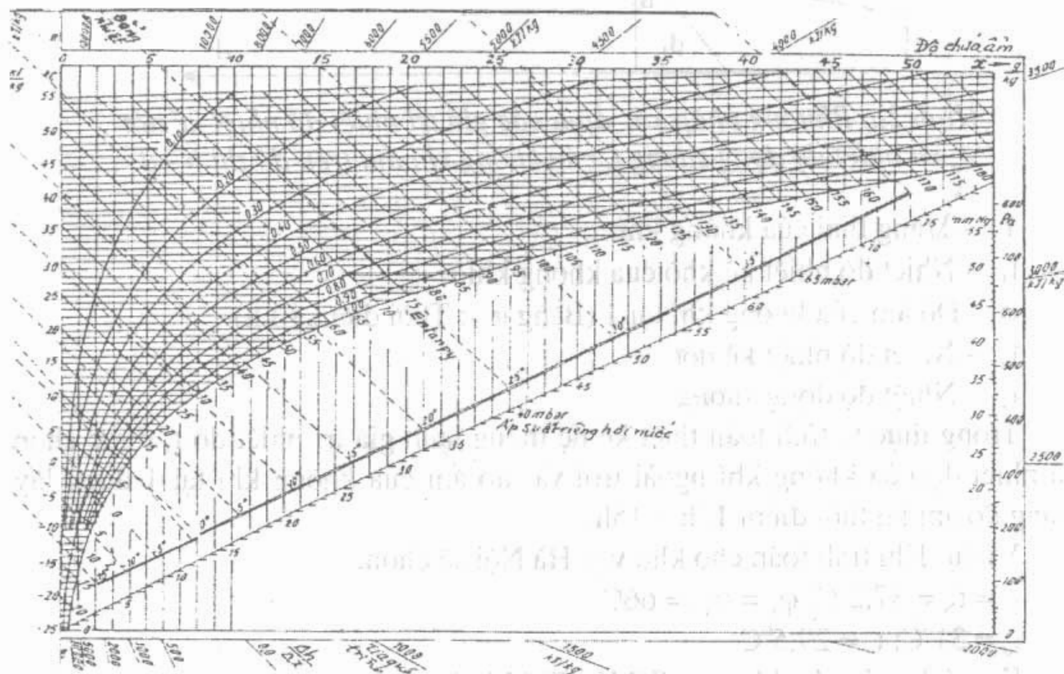
Bảng 1. Nhiệt độ và độ ẩm dùng để tính toán kho lạnh tại các địa phương

STT	Địa phương	Nhiệt độ (^0C)			Độ ẩm	
		Trung bình cả năm	Mùa hè	Mùa đông	Mùa hè	Mùa đông
1	2	3	4	5	6	7
1	Lai Châu	23.1	37.7	9.0	80	80
2	Điện Biên	22.0	36.9	5.9	82	82
3	Lào Cai	22.8	37.8	7.7	81	85
4	Sa Pa	15.3	28.2	4.1	88	86
5	Sơn La	21.0	35.6	4.0	76	78
6	Mộc Châu	18.5	31.8	4.9	81	85
7	Sông Mã	22.4	36.8	5.9	78	80
8	Hà Giang	22.6	37.6	7.2	81	86
9	Tuyên Quang	23.0	37.1	6.7	84	83
10	Cao Bằng	21.5	37.2	6.1	79	78
11	Lạng Sơn	21.3	35.7	6.1	82	76
12	Thái Nguyên	23.0	37.2	8.0	82	78
13	Bắc Cạn	22.0	37.2	6.2	84	82
14	Bắc Giang	23.3	37.6	8.3	83	77
15	Hòn Gai	22.9	36.2	9.2	82	77
16	Móng Cái	22.5	35.2	6.6	86	79
17	Vĩnh Yên	23.6	37.4	8.0	81	78
18	Yên Bái	22.7	37.2	7.4	87	88
19	Việt Trì	23.3	37.5	8.4	83	82
20	Tam Đảo	18	30.8	5.0	89	86
21	Hà Nội	23.4	37.2	8.4	83	80
22	Hải Dương	23.5	36.6	8.4	83	80
23	Hưng Yên	23.3	37.4	8.7	85	82
24	Phủ Liễn	23.0	36.7	9.3	86	83
25	Hải Phòng	23.5	37.0	9.6	83	76
26	Thái Bình	23.2	37.2	9.6	82	84
27	Sơn Tây	23.2	37.6	8.5	84	82
28	Hoà Bình	23.2	38.6	7.2	83	83
29	Nam Định	23.5	37.4	9.0	82	84

STT	Địa phương	Nhiệt độ (^{0}C)			Độ ẩm	
		Trung bình cả năm	Mùa hè	Mùa đông	Mùa hè	Mùa đông
1	2	3 .	4	5	6	7
30	Ninh Bình	23.5	37.0	9.9	81	83
31	Nho Quan	23.4	38.1	7.7	81	82
32	Thanh Hoá	23.6	37.5	10.1	82	84
33	Yên Định	23.5	37.1	9.1	83	83
34	Hồi Xuân	23.1	38.4	8.5	86	85
35	Vinh	23.9	38.0	9.7	74	89
36	Tương Dương	23.7	39.5	8.8	81	82
37	Hà Tĩnh	23.9	37.5	11.3	75	90
38	Đồng Hới	24.4	38.2	12.1	72	88
39	Quảng Trị	25.0	37.1	13.3	74	90
40	Huế	25.2	37.3	13.1	73	90
41	Đà Nẵng	25.6	37.7	14.9	77	86
42	Quảng Ngãi	25.8	37.8	16.0	81	89
43	Quy Nhơn	26.7	37.9	17.8	74	82
44	Plâyku	21.7	32.2	14.5	76	76
45	Buôn Ma Thuột	23.4	36.0	12.3	82	80
46	Tuy Hoà	26.5	37.0	18.2	73	84
47	Nha Trang	26.5	36.6	17.7	79	78
48	Liên Khương	21.0	31.9	10.0	76	74
49	Bảo Lộc	21.3	31.6	8.8	83	81
50	Phan Thiết	26.6	34.9	17.2	82	76
51	Phước Long	26.2	36.6	15.6	69	69
52	Lộc Ninh	26.0	36.2	14.5	76	72
53	Vũng Tàu	25.8	35.1	18.4	85	82
54	Hiệp Hoà	27.7	36.6	15.9	77	76
55	Mỹ Tho	27.9	36.8	17.9	74	78
56	Vĩnh Long	26.6	34.7	18.9	76	78
57	Sóc Trăng	26.8	35.9	19.0	77	80
58	Cần Thơ	26.7	37.3	17.4	78	82
59	Côn Sơn	27.1	32.9	21.2	81	78

STT	Địa phương	Nhiệt độ (^0C)			Độ ẩm	
		Trung bình cả năm	Mùa hè	Mùa đông	Mùa hè	Mùa đông
1	2	3	4	5	6	7
60	Rạch Giá	27.3	35.4	18.1	79	78
61	Phú Quốc	27.0	35.0	18.9	81	77
62	Cà Mau	26.5	35.7	18.3	81	83
63	Hoàng Sa	26.8	35.6	18.4	83	82
64	TP.Hồ Chí Minh	27.0	37.3	17.4	74	74
65	Moskva	4.8	30	-26	50	83
66	Dusanbe	14.2	36	-10	24	64
67	Irkust	-1.1	29	-36	58	77
68	Taskent	13.3	37	-13	24	59
69	Askhabat	16.3	40	-12	21	83
70	S.Peterburg	4.3	27	-24	59	82

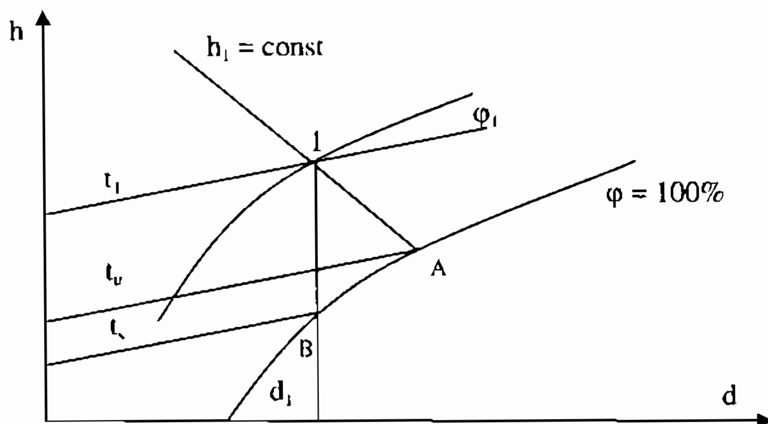
Hình 1 giới thiệu đồ thị h - d (Entanpi - Độ chứa hơi) của không khí ẩm ở áp suất khí quyển B = 760 Torr (hãng Delair).



Hình 1. Đồ thị h - d (Entanpi - Độ chứa hơi) của không khí ẩm

Hình 2a giới thiệu phương pháp xác định các giá trị nhiệt độ nhiệt kế ướt $t_ư$ và nhiệt độ đọng sương t_s của không khí ẩm.

Để có thể xác định được các giá trị thông số của không khí ẩm thông thường phải xác định được nhiệt độ nhiệt kế khô t_1 và độ ẩm φ_1 của không khí qua các dụng cụ đo nhiệt độ và độ ẩm. Giao điểm của hai đường này sẽ xác định điểm 1. Qua điểm 1 dựng đường đẳng Entanpi h_1 = const cắt đường φ = 100% tại A, nhiệt độ của điểm A chính là nhiệt độ nhiệt kế ướt của không khí ẩm. Qua điểm 1 dựng đường đẳng dung ẩm d_1 = const cắt đường φ = 100% tại B, nhiệt độ của điểm B chính là nhiệt độ đọng sương của không khí ẩm.



Hình 2a. Phương pháp xác định các giá trị nhiệt độ nhiệt kế ướt $t_ư$ và nhiệt độ đọng sương t_s của không khí ẩm trên đồ thị h - d.

1 - Trạng thái của không khí

t_1 - Nhiệt độ nhiệt kế khô của không khí

φ_1 - Độ ẩm của không khí tại 1 (Bằng φ_{13}: Thời điểm 13 h)

$t_ư$ - Nhiệt độ nhiệt kế ướt

t_s - Nhiệt độ đọng sương

Trong thực tế tính toán thiết kế hệ thống lạnh giá trị nhiệt độ t_1 được chọn là nhiệt độ của không khí ngoài trời và độ ẩm của không khí tại 1 được lấy bằng độ ẩm tại thời điểm 13h ÷ 15h.

Ví dụ: Khi tính toán cho khu vực Hà Nội sẽ chọn:

$t_1 = t_N = 37{,}2^0C$; $\varphi_1 = \varphi_{13} = 66\%$

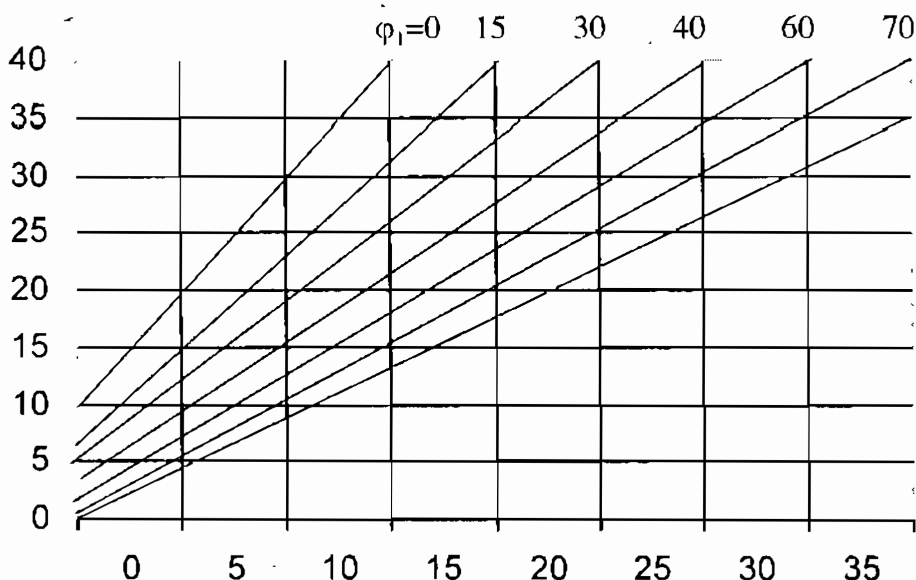
$t_ư = 31^0C$; $t_s = 29{,}5^0C$

Khi tính toán cho khu vực TP.Hồ Chí Minh sẽ chọn:

$t_1 = t_N = 37{,}3^0C$; $\varphi_1 = \varphi_{13} = 55\%$

$t_ư = 30^0C$; $t_x = 29{,}5^0C$

Nhiệt độ nhiệt kế ướt cũng có thể được tính nhanh theo đồ thị hình 2b dưới đây:



Hình 2b. Sự phụ thuộc của nhiệt độ nhiệt kế ướt vào nhiệt độ không khí t_{kk} và độ ẩm tương đối φ_0

Ví dụ:

$t_{kk} = t_1 = 37{,}2^0C$

$\varphi_0 = \varphi_1 = 66\%$

$t_ư = 31{,}35^0C$

2. Chọn nhiệt độ nước làm mát bình ngưng

Đối với những hệ thống dùng nước làm mát bình ngưng, tuỳ theo nguồn nước để làm mát sử dụng mà giá trị nhiệt độ nước tính toán được chọn sẽ khác nhau.

- Khi sử dụng nước tuần hoàn qua tháp giải nhiệt: Nhiệt độ nước ra khỏi tháp sẽ phụ thuộc vào nhiệt độ và độ ẩm của môi trường, trong trường hợp này nhiệt độ nước vào bình ngưng t_{w1} (Nhiệt độ nước ra khỏi tháp) được chọn bằng nhiệt độ nhiệt kế ướt cộng thêm $3 \div 5^0C$.

$t_{w1} = t_ư + (3 \div 5^0C)$

Ví dụ: Với mùa hè ở Hà Nội:

$t_{w1} = 34.6^0C + (3 \div 5^0C) = 37.6^0C + 39.6^0C$

Khi chọn tháp giải nhiệt có công suất lớn hơn công suất yêu cầu thì nhiệt độ chọn giá trị thấp (37.6^0C), nếu chọn tháp có công suất nhỏ hơn công suất yêu cầu thì nhiệt độ chọn giá trị cao (39.6^0C).

- Khi sử dụng nước giếng khoan có độ sâu từ 40 m đến 50 m trở lên để làm mát, nước không tuần hoàn, chỉ chảy qua bình ngưng một lần thì nhiệt độ nước vào bình ngưng t_{w1} được chọn bằng nhiệt độ trung bình năm của vùng đó, do nhiệt độ này thường không phụ thuộc vào mùa trong năm.

Hà Nội: $t_{w1} = 23.4^0C$

TP. Hồ Chí Minh: $t_{w1} = 27.0^0C$

- Khi sử dụng nước thành phố không tuần hoàn: Nếu nước lấy từ giếng khoan thì lấy t_{w1} bằng nhiệt độ trung bình năm cộng 3 đến 4^0C do khâu sử lý nước tại nhà máy. Trường hợp nước thành phố là nước mặt khai thác từ sông hồ thì có thể chọn t_{w1} bằng nhiệt độ nhiệt kế ướt t_u.

II. NHỮNG SỐ LIỆU VỀ CHẾ ĐỘ BẢO QUẢN, XỬ LÝ LẠNH SẢN PHẨM

1. Những số liệu về chế độ bảo quản sản phẩm

Chế độ bảo quản sản phẩm với mục đích duy trì chất lượng sản phẩm không đổi trong một khoảng thời gian càng dài càng tốt. Thời gian bảo quản phụ thuộc vào điều kiện ban đầu của sản phẩm, tính chất của sản phẩm, phương pháp làm lạnh, bảo quản sản phẩm và chế độ bảo quản bao gồm việc lựa chọn nhiệt độ, độ ẩm, chế độ thông gió, tốc độ gió, số lần thay đổi không khí...

Bảng 2; 3; 4 giới thiệu chế độ bảo quản rau hoa quả, trứng (các sản phẩm sống, có thông gió khi bảo quản) các loại đồ hộp và các sản phẩm động vật theo tiêu chuẩn Nga và Đức.

Các sản phẩm sống có thở như rau hoa quả tươi khi bảo quản lạnh không được đưa nhiệt độ xuống thấp hơn mức quy định. Nhiệt độ quá thấp sẽ làm "chết" rau hoa quả.

Ví dụ quả xanh nếu nhiệt độ quá lạnh sẽ bị sượng, không chín được. Các sản phẩm từ động vật chết có thể bảo quản ở nhiệt độ thấp hơn quy định (thường ở - 12^0C đến - 18^0C). Nhiệt độ càng thấp thời gian bảo quản sẽ càng lâu mà không làm giảm nhiều chất lượng sản phẩm.

Bảng 2. Chế độ bảo quản rau quả tươi

Sản phẩm	Nhiệt độ ^0C	Độ ẩm của không khí %	Chế độ thông gió	Thời gian bảo quản
Bưởi	0 ÷ 5	85	Mở	1 ÷ 2 tháng
Cam	0.5 ÷ 2	85	Mở	1 ÷ 2 tháng
Chanh	1 ÷ 2	85	Mở	1 ÷ 2 tháng
Chuối chín	14 ÷ 16	85	Mở	5 ÷ 10 ngày
Chuối xanh	11.5 ÷ 13.5	85	Mở	3 ÷ 10 tuần
Dứa chín	4 ÷ 7	85	Mở	3 ÷ 4 tuần
Dứa xanh	10	85	Mở	4 ÷ 6 tháng
Đào	0 ÷ 1	85 ÷ 90	Mở	4 ÷ 6 tháng
Táo	0 ÷ 3	90 ÷ 95	Mở	3 ÷ 10 tháng
Cà chua chín	0 ÷ 2	85 ÷ 90	Mở	1 ÷ 6 tuần
Cà chua xanh	5 ÷ 15	85 ÷ 90	Mở	1 ÷ 4 tuần
Cà rốt	0 ÷ 1 -18	90 ÷ 95 90	Mở Đóng	1 ÷ 3 tháng 12 ÷ 18 tháng
Dưa chuột	-18 -29	90 90	Đóng Đóng	5 tháng 1 năm
Đậu tươi	2	90	Mở	3 ÷ 4 tuần
Hành	0 ÷ 4	75	Mở	1 ÷ 2 tuần
Khoai tây	3 ÷ 10	85 ÷ 90	Mở	6 ÷ 9 tháng
Nấm tươi	0 ÷ 2 -18	80 ÷ 90 90	Mở Đóng	1 ÷ 2 tuần 8 ÷ 10 tháng
Cải bắp, suplơ	-2 ÷ 0 -18	90 90	Mở Đóng	0.5 ÷ 3 tháng 10 ÷ 12 tháng
Su hào	-1 ÷ 0.5	85 ÷ 90	Mở	2 ÷ 7 tuần
Dừa	0	85	Mở	1 ÷ 2 tháng
Xoài	13	85 ÷ 90	Mở	2 ÷ 3 tuần
Hoa	1 ÷ 3	85 ÷ 95	Mở	1 ÷ 2 tuần
Hoa cúc	1.6	80	Mở	2 tuần
Hoa huệ	1.6	80	Mở	1 tháng
Phong lan	2 ÷ 4.5	80	Mở	1 tuần
Hoa hồng	4.5	80	Mở	1 tuần

Bảng 3. Chế độ bảo quản đồ hộp rau quả

Sản phẩm	Bao bì	Nhiệt độ °C	Độ ẩm của không khí %	Thời gian bảo quản (tháng)
Compot quả	Hộp sắt tây đóng hòm	0 ÷ 5	65 ÷ 75	8
Đồ hộp rau	”	0 ÷ 5	65 ÷ 75	8
Nước rau và nước quả - Tiệt trùng - Thanh trùng	Chai đóng hòm	 0 ÷ 10 0 ÷ 10	 65 ÷ 75 65 ÷ 75	 7 4
Rau ngâm muối Quả ngâm giấm	Thùng gỗ lớn	0 ÷ 1	90 ÷ 95	10
Nấm ướp muối ngâm giấm	Thùng gỗ lớn	0 ÷ 1	90 ÷ 95	8
Quả sấy, nấm sấy	Hòm, gói	0 ÷ 6	65 ÷ 75	12
Rau sấy	Hòm thùng trống	0 ÷ 6	65 ÷ 75	10
Lạc cả vỏ	Gói	-1	75 ÷ 85	10
Lạc nhân	Gói	-1	75 ÷ 85	5
Mứt rim - Thanh trùng trong hộp kín - Thanh trùng	Hộp sắt tây đóng hòm Thùng gỗ lớn	2 ÷ 20 10 ÷ 15	80 ÷ 85 80 ÷ 85	3 ÷ 5 3
Mứt dẻo - Thanh trùng trong hộp kín - Thanh trùng	Hộp sắt tây đóng hòm Thùng gỗ lớn	0 ÷ 20 10 ÷ 15	80 ÷ 85 80 ÷ 85	3 ÷ 5 3
Mứt ngọt (Mứt mịn, mứt nghiền)	Thùng gỗ lớn	0 ÷ 2	80 ÷ 85	2 ÷ 6

Bảng 4. Chế độ bảo quản sản phẩm động vật

Sản phẩm	Nhiệt độ °C	Độ ẩm của không khí %	Chế độ thông gió	Thời gian bảo quản
Thịt bò, hươu, nai, cừu	-0.5 ÷ 0.5	82 ÷ 85	Đóng	10÷15 ngày
Thịt bò gầy	0 ÷ 0.5	80 ÷ 85	Đóng	10÷15 ngày
Gà, vịt, ngan, ngỗng mổ sẵn	-1 ÷ 0.5	85 ÷ 90	Đóng	10÷15 ngày
Thịt lợn tươi ướp lạnh	0 ÷ 4	80 ÷ 85	Đóng	10÷12 tháng
Thịt lợn tươi ướp đông	-18 ÷ -23	80 ÷ 85	Đóng	12÷18 tháng
Thịt đóng hộp kín	0 ÷ 2	75 ÷ 80	Đóng	12÷18 tháng
Cá tươi ướp đá từ 50-100% lượng cá	-1	100	Đóng	6 ÷ 12 ngày
Cá khô (W=14 ÷ 17%)	2 ÷ 4	50	Đóng	6 ÷ 12 ngày
Cá thu muối sấy	2 ÷ 4	75 ÷ 80	Mở	12 tháng
Lươn sống	2 ÷ 3	85 ÷ 100	Mở	Vài tháng
Ốc sống	2 ÷ 3	85 ÷ 100	Mở	Vài tháng
Sò huyết	-1 ÷ 11	85 ÷ 100	Mở	15 ÷30 ngày
Tôm sống	2 ÷ 3	85 ÷ 100	Mở	Vài ngày
Tôm nấu chín	2 ÷ 3	85 ÷ 100	Mở	Vài ngày
Bơ muối ngắn ngày	12 ÷ 15	75 ÷ 80	Mở	38 tuần
Bơ muối lâu ngày	-1 ÷ 4 -18 ÷ -20	75 ÷ 80 75 ÷ 80	Mở	12 tuần 36 tuần
Pho mat cứng	1.5 ÷ 4	70	Mở	4 ÷ 12 tháng
Pho mat nhão	7 ÷ 15	80 ÷ 85	Mở	Vài ngày
Sữa bột đóng hộp	5	75 ÷ 80	Đóng	3 ÷ 6 tháng
Sữa đặc có đường	0 ÷ 10	75 ÷ 80	Đóng	6 tháng
Sữa tươi	0 ÷ 2	75 ÷ 80	Đóng	2 ngày

2. Những số liệu về chế độ xử lý lạnh sản phẩm

Xử lý lạnh sản phẩm là quá trình được thực hiện trước khi đưa sản phẩm vào bảo quản, để xử lý lạnh sản phẩm, căn cứ theo nhiệt độ người ta chia làm hai chế độ:

- Chế độ xử lý lạnh: Là quá trình làm lạnh sản phẩm xuống nhiệt độ bảo quản lạnh yêu cầu. Nhiệt độ bảo quản này phải nằm trên điểm đóng băng của sản phẩm. Đặc điểm là sau khi xử lý lạnh, sản phẩm còn mềm, chưa bị hoá cứng do đóng băng.

- Chế độ xử lý lạnh đông: Là quá trình làm kết đông sản phẩm. Sản phẩm hoàn toàn hoá cứng do hầu hết lượng nước và dịch trong sản phẩm đã đóng thành băng. Nhiệt độ tâm sản phẩm có thể đạt tới - 8^0C, nhiệt độ bề mặt đạt từ - 8^0C đến - 12^0C. Xử lý lạnh đông có hai phương pháp:

+ Phương pháp kết đông hai pha: Sản phẩm (Thịt) nóng đầu tiên được làm lạnh từ 37^0C xuống khoảng 4^0C sau đó đưa vào thiết bị kết đông để hạ nhiệt độ tâm thịt xuống -8^0C.

+ Phương pháp kết đông một pha: Sản phẩm thịt sau khi ra khỏi lò mổ đang còn nóng được đưa ngay vào thiết bị kết đông hạ nhiệt độ tâm xuống -8^0C.

Kết đông một pha có nhiều ưu điểm hơn so với kết đông hai pha vì tổng thời gian của quá trình giảm, tổn hao khối lượng do khô ngót giảm nhiều, chi phí lạnh và diện tích buồng lạnh cũng giảm.

Trong chế độ bảo quản lạnh và ở giai đoạn đầu của quá trình kết đông hai pha, người ta phải làm lạnh (Gia lạnh) sản phẩm. Thường các sản phẩm được gia lạnh trong môi trường không khí với các chế độ sau:

- Độ ẩm không khí trong buồng gia lạnh khoảng 85 ÷ 90%

- Tốc độ không khí đối lưu tự nhiên khoảng 0.1 ÷ 0.2 m/s, đối lưu cưỡng bức cho phép ≥ 0.5 m/s (Kể cả rau quả, thịt, cá, trứng...).

- Giai đoạn đầu khi nhiệt độ còn cao, người ta giữ nhiệt độ không khí gia lạnh thấp hơn nhiệt độ đóng băng của sản phẩm khoảng 1 ÷ 2^0C. Nhiệt độ đóng băng của một số sản phẩm như sau: Thịt khoảng -1.2^0C, cá từ -0.6 ÷ -2^0C, rau quả từ -0.8 ÷ -4.2^0C. Nhiệt độ không khí gia tăng 2^0C thì thời gian gia nhiệt kéo dài thêm 5 h.

Bảng 5 giới thiệu một số thông số về chế độ làm lạnh đông một pha và hai pha cho các xúc thịt lợn và thịt bò cả hoặc nửa con khối lượng từ 79 kg đến 110 kg, trong các buồng kết đông.

Bảng 5. Các thông số về các phương pháp kết đông

Phương pháp kết đông	Nhiệt độ tâm thịt. ^0C		Thông số không khí trong buồng kết đông		Thời gian kết đông (giờ)	Tổn hao khối lượng %
	Ban đầu	Cuối	Nhiệt độ ^0C	Tốc độ không khí m/s		
Kết đông hai pha						
Chậm	4	-8		0.1 ÷ 0.2	40	2.58
Tăng cường	4	-8		0.5 ÷ 0.8	26	2.35
Nhanh	4	-8		3 ÷ 4	16	2.20
Kết đông một pha						
Chậm	37	-8		0.1 ÷ 0.2	36	1.82
Tăng cường	37	-8		0.5 ÷ 0.8	24	1.60
Nhanh	37	-8		1÷ 2	20	1.20

Sau khi nhiệt độ của sản phẩm đạt 3 ÷ 8^{0}C, người ta tăng nhiệt độ không khí lên -1 ÷ 0^{0}C. Tóm lại, cần tăng tốc độ gia lạnh nhưng phải tránh làm đóng băng sản phẩm.

Trong kho lạnh có thể có buồng gia lạnh riêng biệt, nhưng cũng có thể sử dụng buồng bảo quản lạnh để gia lạnh, khi đó số lượng sản phẩm đưa vào phải phù hợp với năng suất lạnh của buồng. Các sản phẩm nóng phải bố trí cạnh các dàn lạnh để rút ngắn thời gian gia lạnh. Sản phẩm khi gia lạnh xong phải thu dọn và sắp xếp vào vị trí hợp lý trong buồng để tiếp tục gia lạnh đợt tiếp theo.

III. PHÂN LOẠI KHO LẠNH, BUỒNG LẠNH

1. Phân loại kho lạnh

Theo chức năng sử dụng có thể phân loại kho lạnh theo các loại sau:

1.1. Kho lạnh chế biến

Còn gọi là xí nghiệp chế biến lạnh là một bộ phận của các cơ sở chế biến thực phẩm như thịt, cá, sữa, rau quả... Các sản phẩm là thực phẩm lạnh, lạnh đông, đồ hộp... để chuyển đến các kho lạnh phân phối, kho lạnh trung chuyển hoặc kho lạnh thương nghiệp. Đặc điểm là năng suất lạnh của các thiết bị lớn. Chúng là mắt xích đầu tiên của dây chuyền lạnh.

1.2. Kho lạnh phân phối

Thường dùng cho các tỉnh, thành phố và trung tâm công nghiệp để bảo quản các sản phẩm thực phẩm trong một mùa thu hoạch, phân phối điều hoà trong cả năm.

Phần lớn các sản phẩm được gia lạnh hoặc kết đông ở xí nghiệp chế biến nơi khác đưa đến đây để bảo quản. Một phần nhỏ có thể được gia lạnh và kết đông tại kho lạnh từ 3 đến 6 tháng. Dung tích của kho rất lớn, tới 10.000 đến 15.000 tấn, đặc biệt có thể tới 35.000 tấn.

Kho lạnh chuyên dùng để bảo quản một loại mặt hàng và vạn năng để bảo quản nhiều loại mặt hàng như thịt, sữa, cá, rau quả...

Nếu kho lạnh có các phân xưởng kem, nước đá, phân xưởng chế biến đóng gói, gia lạnh và kết đông thì gọi là xí nghiệp liên hợp lạnh.

1.3. Kho lạnh trung chuyển

Thường đặt ở các hải cảng, những điểm nút đường sắt, đường bộ... dùng để bảo quản ngắn hạn những sản phẩm tại những nơi trung chuyển. Kho lạnh trung chuyển có thể kết hợp làm một với kho lạnh phân phối và kho lạnh thương nghiệp.

1.4. Kho lạnh thương nghiệp

Dùng để bảo quản ngắn hạn thực phẩm sắp đưa ra thị trường tiêu thụ. Nguồn hàng chủ yếu của kho lạnh này là từ kho lạnh phân phối. Kho lạnh thương nghiệp được chia làm hai loại theo dung tích: Kho lạnh lớn có dung tích từ 10 đến 15 tấn dùng cho các trung tâm công nghiệp, thị xã..., kho lạnh nhỏ có dung tích đến 10 tấn dùng cho các cửa hàng, quầy hàng thương nghiệp, khách sạn..., thời hạn bảo quản trong vòng 20 ngày. Kiểu này bao gồm cả các loại tủ lạnh, tủ kính lạnh thương nghiệp.

1.5. Kho lạnh vận tải

Thực tế là các ôtô lạnh, tàu hoả, tàu thuỷ hoặc máy bay lạnh dùng để vận tải các sản phẩm bảo quản lạnh. Các khoang lạnh có thể chiếm toàn bộ hoặc một phần khoang hàng của phương tiện vận tải.

1.6. Kho lạnh sinh hoạt

Là các loại tủ lạnh, tủ đông các cỡ khác nhau sử dụng trong gia đình. Chúng được coi là mắt xích cuối cùng của dây chuyền lạnh, dùng để bảo quản các sản phẩm tiêu dùng trong gia đình hoặc tập thể, để làm đá khối, đá thỏi thực phẩm..., dung tích từ 50 lít đến một vài mét khối.

2. Phân loại buồng lạnh

Kho lạnh chuyên dùng thì chỉ có một buồng với một chế độ nhiệt độ duy nhất. Nhưng một kho lạnh thường gồm nhiều buồng lạnh với những chế độ nhiệt độ khác nhau để bảo quản các sản phẩm khác nhau. Ngay trong tủ lạnh

gia đình cũng thường được chia làm ba ngăn với ba chế độ bảo quản: Lạnh đông trong ngăn đá, bảo quản lạnh ở phần giữa và bảo quản mát ($7^0C \div 10^0C$) ở ngăn dưới cùng cho các loại rau quả. Dưới đây là một số đặc tính và phân loại của các loại buồng lạnh đó:

2.1. Buồng bảo quản lạnh 0^0C

Buồng bảo quản lạnh thường có nhiệt độ khoảng từ $-1,5^0C \div 0^0C$ với độ ẩm tương đối từ $90 \div 95\%$. Các sản phẩm bảo quản như thịt, cá có thể được xếp trong những bao bì khác nhau đặt trên giá trong buồng lạnh. Buồng lạnh được trang bị các dàn lạnh không khí kiểu gắn tường, treo trên trần, đối lưu không khí tự nhiên hoặc cưỡng bức.

2.2. Buồng bảo quản đông $-18^0C \div -20^0C$

Buồng bảo quản đông dùng để bảo quản các sản phẩm thịt cá, rau quả đã được kết đông. Nhiệt độ thông thường là -18^0C, khi có yêu cầu đặc biệt nhiệt độ có thể hạ xuống -23^0C. Buồng thường dùng dàn quạt làm lạnh không khí cưỡng bức nhưng cũng có thể dùng dàn tường hoặc dàn trần đối lưu không khí tự nhiên.

2.3. Buồng bảo quản đa năng -12^0C

Buồng thường được thiết kế ở nhiệt độ -12^0C nhưng khi cần bảo quản lạnh có thể đưa nhiệt độ lên 0^0C hoặc đưa xuống -18^0C, khi cần bảo quản đông tuỳ theo yêu cầu công nghệ. Khi cần có thể dùng buồng đa năng để gia lạnh sản phẩm. Buồng thường dùng dàn quạt làm lạnh không khí cưỡng bức nhưng cũng có thể dùng dàn tường hoặc dàn trần đối lưu không khí tự nhiên.

2.4. Buồng gia lạnh 0^0C

Buồng dùng để làm lạnh (gia lạnh) sản phẩm từ nhiệt độ môi trường xuống đến nhiệt độ bảo quản lạnh hoặc để gia lạnh sơ bộ cho những sản phẩm lạnh đông trong phương pháp kết đông hai pha. Tuỳ theo quy trình công nghệ gia lạnh, nhiệt độ buồng có thể hạ xuống -5^0C và nâng lên vài độ trên nhiệt độ đóng băng của các sản phẩm được gia lạnh. Buồng thường được trang bị dàn quạt đối lưu cưỡng bức để tăng tốc độ gia lạnh cho sản phẩm.

2.5. Buồng kết đông -35^0C

Buồng kết đông dùng để kết đông sản phẩm như đã giới thiệu ở phần 1.3 và bảng 5. Kết đông một pha nhiệt độ sản phẩm vào buồng khoảng 37^0C, kết đông hai pha nhiệt độ sản phẩm vào buồng là 4^0C vì sản phẩm đã được gia lạnh sơ bộ. Sản phẩm ra có nhiệt độ tâm thịt đạt -8^0C và nhiệt độ bề mặt tuỳ theo bề dày có thể đạt từ -18^0C đến -12^0C. Sản phẩm dần đạt được nhiệt độ bảo quản trong buồng bảo quản đông.

Kết đông một pha có nhiều ưu điểm hơn do đó người ta thường thiết kế buồng kết đông một pha cho kho lạnh để đảm bảo chất lượng thịt, giảm tiêu hao do khô ngót sản phẩm.

Buồng kết đông một pha có nhiệt độ không khí đạt –35⁰C, tốc độ chuyển động của không khí từ 1 đến 2 m/s, có khi đạt tới 3 đến 5 m/s. Thịt đặt trên giá hoặc treo trên xe đẩy và được kết đông theo từng mẻ.

Ngoài buồng kết đông, ngày nay người ta còn sử dụng nhiều thiết bị kết đông khác nhau có tốc độ kết đông nhanh và cực nhanh để đảm bảo chất lượng cao nhất của các mặt hàng xuất khẩu như tôm và thuỷ sản đông lạnh, thịt...

Các thiết bị kết đông thường dùng là máy kết đông tiếp xúc, máy kết đông tầng sôi, máy kết đông nhúng chìm trong Frêôn lỏng...

2.6. Buồng chất tải và tháo tải 0^0C

Buồng chất tải và tháo tải có nhiệt độ không khí khoảng 0^0C, phục vụ cho buồng kết đông và buồng gia lạnh. Trong buồng chất tải, thịt được treo vào các móc treo của xe kết đông hoặc được xếp vào các giá của xe để chuẩn bị đưa vào buồng kết đông. Buồng tháo tải dùng để tháo các sản phẩm đã kết đông chuyển qua các buồng bảo quản đông.

Nhiệt độ không khí buồng chất tải và tháo tải có thể chỉnh xuống -5^0C để gia lạnh sơ bộ sản phẩm khi cần thiết.

2.7. Buồng bảo quản đá - 4^0C

Buồng bảo quản nước đá có nhiệt độ không khí khoảng -4^0C đi kèm bể đá khối. Dung tích buồng tuỳ theo yêu cầu trữ đá, thường có thể dự trữ được từ 2 đến 5 lần năng suất ngày đêm của bể đá.

Buồng bảo quản nước đá thường được trang bị dàn lạnh treo trần, đối lưu không khí tự nhiên.

2.8. Buồng chế biến lạnh 15^0C

Buồng chế biến lạnh trong các xí nghiệp chế biến thực phẩm có công nhân làm việc liên tục bên trong. Nhiệt độ tuỳ theo yêu cầu công nghệ chế biến nhưng thường từ 10^0C đến 18^0C.

IV. DUNG TÍCH VÀ TIÊU CHUẨN CHẤT TẢI CỦA KHO LẠNH

Dung tích và tiêu chuẩn chất tải của kho lạnh được xác định theo yêu cầu thực tế, khi chưa có yêu cầu cụ thể có thể tính toán thiết kế theo các thông số định hướng như phần dưới đây sẽ trình bày.

1. Xác định dung tích của kho lạnh

Dung tích kho lạnh là khối lượng hàng hoá có thể đồng thời bảo quản trong kho (thường được tính bằng tấn) bao gồm tổng các dung tích buồng lạnh trong kho.

Với các kho lạnh phân phối thịt có thể lấy dung tích cho từng loại buồng theo các số liệu trong bảng 6.

Kho lạnh của xí nghiệp chế biến thịt là một bộ phận của xí nghiệp hoặc của liên hiệp chế biến thịt. Dung tích của kho và của từng buồng, ví dụ buồng chế biến lạnh, buồng gia lạnh, buồng bảo quản các loại... được tính theo dây chuyền công nghệ và số ca sản xuất.

Bảng 6. *Dung tích định hướng của các buồng theo dung tích kho lạnh*

Dung tích kho lạnh (tấn)	Tỷ lệ dung tích, % dung tích chung			Công suất buồng kết đông (t/ngày đêm hoặc % dung tích chung)
	Buồng bảo quản đông	Buồng bảo quản lạnh	Buồng vạn năng	
50 ÷ 600	50 ÷ 70	-	25 ÷ 50	Đến 5t/ngày đêm
1000 ÷ 2000	75	-	25	Đến 1%
3000 ÷ 5000	75	-	25	Đến 0.5%
> 5000	60	20	20	Đến 0.5%

Năng suất gia lạnh và kết đông phải đạt ít nhất 80% năng suất chế biến mỗi ca. Các buồng bảo quản lạnh có thể giữ thịt dự trữ hai ngày đêm, các buồng bảo quản đông phải giữ được lượng thịt cho 60 ca làm việc.

Ngoài ra, trong kho lạnh còn phải bố trí các buồng chất tải (tiếp nhận) và tháo tải cho các buồng gia lạnh và kết đông, buồng vạn năng có chế độ nhiệt độ thay đổi theo yêu cầu, buồng phân phối và nếu cần cả buồng kiểm nghiệm sản phẩm.

Kho lạnh công nghiệp cá thường không phải là một xí nghiệp độc lập mà nằm trong tổ hợp công nghiệp cá có nơi tiếp nhận, xử lý và phân phối cá. Thường 80% dung tích kho lạnh dùng để bảo quản đông. Dung tích còn lại là buồng bảo quản vạn năng. Kho lạnh công nghiệp cá có dung tích đến 20.000 tấn, bình thường dung tích cũng từ 100 đến 1000 tấn. Sự phân bố dung tích của kho đến 1000 tấn được giới thiệu trên bảng 7.

Bảng 7. *Phân bố dung tích của kho lạnh cá*

Dung tích kho lạnh cá (Tấn)	Công suất buồng kết đông. (Tấn/24h)	Dung tích dự trữ. (Tấn)	Công suất bể đá. (Tấn/24h)	Dung tích buồng chứa đá. (Tấn)
100	10	20	5	30
200	20	40	15	80
300	30	50	20	100
> 750	50 ÷ 75	75	-	-

Các kho lạnh bảo quản rau quả thường có các buồng sau:

- Buồng bảo quản rau quả
- Buồng chế biến (lựa chọn, phân loại, đóng gói, đóng hộp)
- Buồng tiếp nhận và phân phối sản phẩm

Đối với các kho lạnh nhỏ dưới 1000 tấn có thể sử dụng một buồng với nhiều chức năng, ví dụ buồng xử lý, phân phối và tiếp nhận của kho lạnh chế biến rau quả có thể là một buồng duy nhất, Kho lạnh phân phối rau quả thì không cần buồng này. Các buồng gia lạnh, thu gom của các kho lạnh thu mua, sau mùa vụ có thể dùng làm nơi bảo quản, phân loại trước khi bán.

2. Tiêu chuẩn chất tải của kho lạnh

Tiêu chuẩn chất tải của kho lạnh là khối lượng của hàng hoá được quy định để bảo quản trong 1 đơn vị thể tích của kho lạnh, đơn vị thường dùng là t/m^3.

Tiêu chuẩn chất tải của kho được dùng để tính toán dung tích của kho lạnh, do khối lượng đối với mỗi loại hàng hoá được bảo quản trong một đơn vị thể tích của kho lạnh là không giống nhau, nó phụ thuộc vào chủng loại hàng, phương pháp bảo quản, phương pháp đóng gói bao bì, nên kho lạnh cùng dung tích có thể có thể tích khác nhau.

Ví dụ, theo tiêu chuẩn chất tải người ta quy định $1m^3$ buồng lạnh có thể được chứa 0,8t mỡ đông trong hộp cáctông, nhưng chỉ được chứa 0,28t thịt cừu đổ đống. Qua ví dụ trên ta có thể thấy khi hai buồng lạnh có cùng dung tích bảo quản là 0,8t thì thể tích của buồng lạnh bảo quản mỡ bằng $1m^3$, nếu bảo quản thịt cừu buồng sẽ phải có thể tích gần $3m^3$.

Để có thể tính chuyển đổi dung tích và thể tích của kho lạnh một cách nhanh chóng, người ta sử dụng khái niệm dung tích quy ước (còn gọi là định mức chất tải) đó là 0,35t thịt bò nửa con và xẻ tư trong $1m^3$ buồng lạnh thì hệ số tính toán thể tích là 1. Hệ số tính toán thể tích của các loại hàng hoá khác được quy đổi tương đương, đối với mỡ có tiêu chuẩn chất tải là $0,8t/m^3$ thì hệ số tính toán thể tích chỉ là 0,44 và đối với thịt cừu có tiêu chuẩn chất tải là $0,28t/m^3$ nên hệ số tính toán thể tích lên tới 1,25 (thể tích thực bằng 1,25 thể tích quy ước).

Đối với tủ lạnh gia đình, thương nghiệp, các buồng lạnh lắp ghép thường dùng thể tích m^3 hoặc lít để ký hiệu.

Tiêu chuẩn chất tải và hệ số tính toán thể tích của một số sản phẩm cùng phương pháp bảo quản và bao bì được cho trong bảng 8.

Để tính toán thể tích của buồng cấp đông có thể dùng tiêu chuẩn chất tải theo một mét chiều dài giá treo là 0,25t/m. Nếu dùng xe đẩy có giá treo có thể dùng tiêu chuẩn chất tải theo diện tích m^2. Mỗi m^2 có thể sắp xếp được 0,6 đến 0,7 tấn (tương đương $0,17t/m^3$).

Bảng 8. *Tiêu chuẩn chất tải và hệ số tính toán thể tích của một số sản phẩm bảo quản lạnh*

Sản phẩm bảo quản	Tiêu chuẩn chất tải g_v.T/m^3	Hệ số thể tích a
Thịt bò đông lạnh 1/4 con	0,4	0,88
Thịt bò đông lạnh 1/2 con	0,3	1,17
Thịt bò đông lạnh 1/4 và 1/2 con	0,35	1
Thịt cừu đông lạnh	0,28	1.25
Thịt lợn đông lạnh	0,45	0,78
Gia cầm đông lạnh trong hòm gỗ	0,38	0,92
Cá đông lạnh trong hòm gỗ hoặc cáctông	0,45	0,78
Thịt thăn, cá đông lạnh trong hòm cáctông	0,7	0,5
Mỡ trong hộp cáctông	0,8	0,44
Trứng trong hộp cáctông	0,27	1,3
Đồ hộp trong hòm gỗ hoặc cáctông	0,6 - 0,65	0,58 - 0,54
Cam quít trong các ngăn gỗ mỏng	0,45	0,78
Khi sắp xếp trên giá		
Mỡ trong hộp cáctông	0,7	0,5
Trứng trong hộp cáctông	0,26	1,35
Thịt hộp trong các ngăn gỗ	0,38	0,92
Giò trong các ngăn gỗ	0,3	1,17
Thịt gia cầm đông lạnh trong các ngăn gỗ	0,44	0,79
Thịt gia cầm đông lạnh trong ngăn cáctông	0,38	0,92
Nho và cà chua ở khay	0,3	1,17
Táo và lê trong ngăn gỗ	0,31	1,03
Cam quít trong hộp mỏng	0,32	1,09
Cam quít trong ngăn gỗ, cáctông	0,3	1,17
Hành tây khô	0,3	1,03
Cà rốt	0,32	1,09

Sản phẩm bảo quản	Tiêu chuẩn chất tải g_v.T/m^3	Hệ số thể tích a
Dưa hấu, dưa bở	0,4	0,87
Bắp cải	0,3	1,17
Thịt gia lạnh hoặc kết đông bằng giá treo		5,5
Thịt gia lạnh hoặc kết đông trong côngtenơ		2

Ghi chú: Tiêu chuẩn chất tải là khối lượng không bì, nếu sản phẩm không có bao bì và là khối lượng cả bì nếu sản phẩm có bao bì

Tiêu chuẩn chất tải đối với các thiết bị lạnh, kho lạnh thương nghiệp và tiêu dùng nhỏ hơn rất nhiều so với tiêu chuẩn chất tải của các kho lạnh giới thiệu ở trên, thường chỉ đạt từ 100 đến 300 kg/m^2 diện tích kho lạnh, tuỳ theo loại hàng, cách bao gói và sắp xếp hàng trên giá.

V. XÁC ĐỊNH SỐ LƯỢNG VÀ KÍCH THƯỚC CÁC BUỒNG LẠNH

Dung tích kho lạnh là đại lượng cơ bản cần biết để xác định số lượng và kích thước các buồng lạnh. Ta đã biết dung tích của kho lạnh là khối lượng hàng hoá lớn nhất có thể đồng thời bảo quản trong kho, đơn vị là tấn. Ngoài ra, số lượng và kích thước các buồng lạnh phụ thuộc vào loại hàng được bảo quản trong kho, đặc điểm kho lạnh (như kho lạnh để phân phối, trung chuyển, chế biến hoặc thương nghiệp...).

1. Xác định dung tích của kho lạnh

$$E = V.g_v \qquad (1)$$

V - Thể tích kho lạnh (m^3)

g_v - Định mức chất tải thể tích (t/m^3)

Từ dung tích kho lạnh đã cho cũng có thể tính thể tích kho lạnh một cách dễ dàng từ biểu thức 1. Định mức chất tải g_v tra theo bảng 8.

2. Xác định diện tích chất tải của buồng lạnh

$$F = \frac{V}{h} \qquad (2)$$

F - Diện tích chất tải hoặc diện tích hàng chiếm trực tiếp (m^2)

h - Chiều cao chất tải (m)

Chiều cao chất tải là chiều cao lô hàng chất trong kho, chiều cao này phụ thuộc vào bao bì đựng hàng, phương tiện bốc xếp. Chiều cao h có thể tính

bằng chiều cao buồng lạnh trừ đi phần lắp đặt dàn lạnh treo trần và khoảng không gian cần thiết để chất hàng và dỡ hàng. Kho lạnh một tầng có chiều cao 6 m thì chiều cao chất tải có thể tới 5m.

3. Xác định tải trọng của nền và của trần

Được tính toán theo định mức chất tải và chiều cao chất tải của nền với giá treo hoặc móc treo vào trần.

$$g_F \geq g_V . h \quad (3)$$

g_F - Định mức chất tải theo diện tích, (t/m^3)

4. Xác định diện tích lạnh cần xây dựng

$$F_l = \frac{F}{\beta_F} \quad (4)$$

F_l - Diện tích lạnh cần xây dựng, (m^2)

β_F - Hệ số sử dụng diện tích các buồng chứa, tính cả đường đi và các diện tích lắp đặt thiết bị như dàn bay hơi, quạt, β_F phụ thuộc diện tích buồng được tính theo bảng 9.

***Bảng 9.** Hệ số sử dụng diện tích theo buồng*

Diện tích buồng lạnh, m^2	β_F
Đến 20	0,50 ÷ 0,60
Từ 20 đến 100	0,70 ÷ 0,75
Từ 100 đến 400	0,75 ÷ 0,80
Hơn 400	0,80 ÷ 0,85

Qua bảng ta có thể thấy buồng càng rộng, hệ số sử dụng diện tích càng lớn vì có thể bố trí hợp lý hơn các lối đi, các lô hàng và các thiết bị.

5. Xác định số lượng buồng lạnh cần xây dựng

$$Z = \frac{F_1}{f} \quad (5)$$

f - Diện tích buồng lạnh quy chuẩn đã chọn qua các hàng cột kho. (m^2).

Diện tích buồng lạnh quy chuẩn tính theo hàng cột quy chuẩn cách nhau 6 m nên f cơ sở là 36 m^2. Các diện tích quy chuẩn chỉ khác nhau là bội số của 36. Trong khi tính toán, diện tích ban đầu có thể lớn hơn từ 10% đến 15% khi chọn Z là số nguyên.

6. Xác định diện tích lạnh phụ trợ

Diện tích lạnh phụ trợ bao gồm hành lang, buồng tháo và chất tải, buồng kiểm nghiệm sản phẩm, buồng chứa phế phẩm và kể cả buồng kết đông của kho lạnh phân phối.

7. Xác định số buồng lạnh thực tế

Sau khi thiết kế, nếu số lượng buồng lạnh khác với tính toán do sử dụng diện tích quy chuẩn *f* cần phải tính lại dung tích quy ước thực của kho:

$$E_t = E\frac{Z_1}{Z} \qquad (6)$$

Z_l - Số lượng buồng lạnh thực tế được xây dựng.

Ví dụ 1

Xác định diện tích của buồng lạnh để bảo quản dài ngày thịt thăn dạng bánh 0,5 kg. Diện tích buồng phụ thuộc vào phương pháp xếp hàng.

Buồng được bố trí trong kho lạnh một tầng, chiều cao kho đến xà ngang là 6m, mạng lưới cột 6 x 12 = 72 m^2.

Dung tích buồng 250 tấn sản phẩm cả bì.

Phương án 1:

Thịt thăn được đựng trong các ngăn gỗ kích thước 440 x 310 x 250 mm. Mỗi chồng xếp cao 8 ngăn, chiều cao xếp hàng là 2 m.

Tiêu chuẩn chất tải là 0,425 t/m^3 (bảng 8).

1. Thể tích buồng:

$$V = \frac{250}{0,425} = 590\ m^3.$$

2. Diện tích chất tải:

$$F = \frac{590}{2} = 295\ m^2.$$

3. Tải trọng trên 1 m^2 diện tích nền buồng:

0,425.2 = 0,85 t/m^3 (nhỏ hơn mức cho phép)

4. Diện tích lạnh cần thiết:

$$F_1 = \frac{295}{0,7} = 421\ m^2.$$

5. Số lượng buồng lạnh:

$$Z = \frac{421}{72} = 5,85.$$

6. Có thể chọn Z = 6, cỡ kho lạnh sẽ bằng 18 m x 24 m. Kích thước cuối cùng của kho lạnh sẽ phụ thuộc vào việc chọn các buồng phụ trợ.

7. Dung tích thực tế của buồng lạnh sẽ là:

$$E_t = 250.\frac{6}{5{,}85} = 256 \text{ t.}$$

Phương án 2:

Thịt thăn được đóng vào trong các ngăn, cứ 25 ngăn xếp thành một thùng. Mỗi chồng hàng gồm 4 thùng với chiều cao tổng cộng 3,45 m.

Tiêu chuẩn chất tải là 0,425 t/m^3.

Hệ số sử dụng diện tích $\beta_F = 0{,}7$

1. Thể tích buồng:

$$V = \frac{250}{0{,}416} = 601 \text{ m}^3.$$

2. Diện tích chất tải:

$$F = \frac{601}{3{,}45} = 174 \text{ m}^2.$$

3. Tải trọng trên 1 m^2 diện tích nền buồng:

0,416.3,45 = 1,44 t/m^3 (nhỏ hơn mức cho phép)

4. Diện tích lạnh cần thiết:

$$F_t = \frac{174}{0{,}7} = 249 \text{ m}^2.$$

5. Số lượng buồng lạnh (mỗi buồng 72 m^2):

$$Z = \frac{421}{72} = 5{,}85.$$

6. Có thể chọn Z = 6, cỡ kho lạnh sẽ bằng 12 m x 24 m.

7. Dung tích thực tế của buồng lạnh sẽ là:

$$E_t = 250.\frac{4}{3{,}46} = 289 \; t.$$

Có thể tính diện tích lạnh phải xây dựng thực tế trực tiếp từ biểu thức:

$$F_t = \frac{E}{g_V.h.\beta_F}$$

Dung tích của các buồng lạnh trang bị giá treo xác định theo định mức chất tải g_l = 0,25 t/m theo chiều dài l của giá.

Diện tích buồng gia lạnh và buồng kết đông thịt có thể tính theo biểu thức:

$$F_t = \frac{M.T}{g_l.24}.k$$

M - Công suất các buồng gia lạnh và buồng kết đông, t/24h.

T - Thời gian hoàn thành một mẻ sản phẩm bao gồm thời gian xử lý lạnh, chất tải, tháo tải, phá băng cho dàn lạnh, h.

g_l - Tiêu chuẩn chất tải trên 1 m chiều dài giá treo, t/m.

k - Hệ số tính chuyển từ tiêu chuẩn chất tải trên 1 m chiều dài ra 1 m^2 diện tích cần xây dựng: k = 1,2.

Diện tích buồng bảo quản lạnh thịt treo trên giá xác định theo biểu thức:

$$F = \frac{E}{g_l}.k = \frac{E}{g_V}$$

Hệ số tính chuyển tải treo theo mét dài sang diện tích m^2 của buồng lạnh, xác định theo tiêu chuẩn cứ một buồng quy chuẩn 72 m^2, trung bình bố trí được 60 m giá treo.

Trong quá trình tính toán có thể phải thay đổi kích thước của buồng kết đông và gia lạnh ngoài ý muốn.

Ví dụ 2

Xác định diện tích xây dựng của buồng kết đông thịt năng suất 15 t/24h.

Diện tích lạnh cần thiết:

$$F_1 = \frac{1536}{0{,}25.24}.12 = 108 \text{ m}^2.$$

Số lượng buồng lạnh quy chuẩn:

$$n = \frac{108}{72} = 1{,}5.$$

Có thể chọn một buồng bằng 1,5 buồng quy chuẩn (hoặc 36 m^2 x 3 = 108 m^2) có chiều rộng 6 m và chiều dài 18 m. Thời gian hoàn thành một mẻ là 36 h ở điều kiện nhiệt độ không khí -30°C, đối lưu không khí cưỡng bức. Nếu thời gian giảm xuống còn 24 h nhờ hạ nhiệt độ không khí và tăng tốc độ gió, diện tích buồng giảm còn 72 m^2.

Diện tích nơi tiếp nhận và phân loại sản phẩm có thể tính theo biểu thức:

$$F_l = \frac{0{,}5M_t}{0{,}35}.$$

M_t - Lượng hàng nhập trong một ngày

0,35 - Tiêu chuẩn chất tải trên 1 m^2 diện tích. t/m^2.

VI. QUY HOẠCH MẶT BẰNG KHO LẠNH

1. Yêu cầu chung đối với quy hoạch mặt bằng kho lạnh

Quy hoạch mặt bằng kho lạnh là bố trí những nơi sản xuất, xử lý lạnh, bảo quản và những nơi phụ trợ phù hợp với dây chuyền công nghệ. Để đạt được mục đích đó cần tuân thủ các yêu cầu sau:

- Phải bố trí các buồng lạnh phù hợp dây chuyền công nghệ. Sản phẩm đi theo dây chuyền không gặp nhau, không đan chéo nhau. Các cửa ra vào của buồng chứa phải quay ra hành lang. Cũng có thể không cần hành lang nhưng sản phẩm theo dây chuyền không đi ngược.

- Quy hoạch phải đạt chi phí đầu tư nhỏ nhất. Cần sử dụng rộng rãi các cấu kiện tiêu chuẩn, giảm đến mức thấp nhất các diện tích phụ nhưng phải đảm bảo tiện nghi, giảm công suất thiết bị đến mức thấp nhất.

- Quy hoạch mặt bằng cần phải đảm bảo sự vận hành tiện lợi và rẻ tiền.

+ Quy hoạch phải đảm bảo lối đi và đường vận chuyển, thuận lợi cho việc bốc xếp thủ công hoặc cơ giới đã thiết kế.

+ Chiều rộng kho lạnh nhiều tầng không quá 40 m. Chiều rộng kho lạnh một tầng phải phù hợp với khoảng cách vượt lớn nhất 12 m, thường lấy 12, 24, 36, 48, 60, 72 m.

+ Chiều dài của kho lạnh có đường sắt nên chọn để có thể chứa được 5 toa tàu lạnh bốc xếp được cùng lúc. Chiều rộng sân bốc dỡ đường sắt 6 ÷ 7,5 m; sân bốc dỡ cho ôtô cũng tương tự.

+ Trong một vài trường hợp, kho lạnh có sân bốc dỡ nối liền rộng 3,5 m, nhưng thông thường các kho lạnh có hành lang nối ra cả hai phía, rộng 6 m.

+ Kho lạnh thể tích tới 600 t không bố trí đường sắt, chỉ có một sân bốc dỡ ôtô dọc theo chiều dài kho, đảm bảo mọi phương thức bốc dỡ thuận lợi.

+ Để giảm tổn thất nhiệt qua kết cấu bao che, các buồng lạnh có cùng nhiệt độ được nhóm lại từng khối.

- Mặt bằng kho lạnh phải phù hợp với hệ thống lạnh đã chọn. Điều này đặc biệt quan trọng đối với kho lạnh một tầng vì không phải luôn luôn đảm bảo đưa được môi chất lạnh từ các thiết bị lạnh về, do đó phải chuyển sang sơ đồ lớn hơn với việc cấp lỏng từ dưới lên.

- Mặt bằng kho lạnh phải đảm bảo an toàn trong phòng chống cháy nổ.

- Khi quy hoạch cũng cần phải tính đến khả năng mở rộng kho lạnh. Phải để lại một mặt mút tường để có thể mở rộng kho lạnh.

2. Một số mặt bằng kho lạnh có các chức năng khác nhau

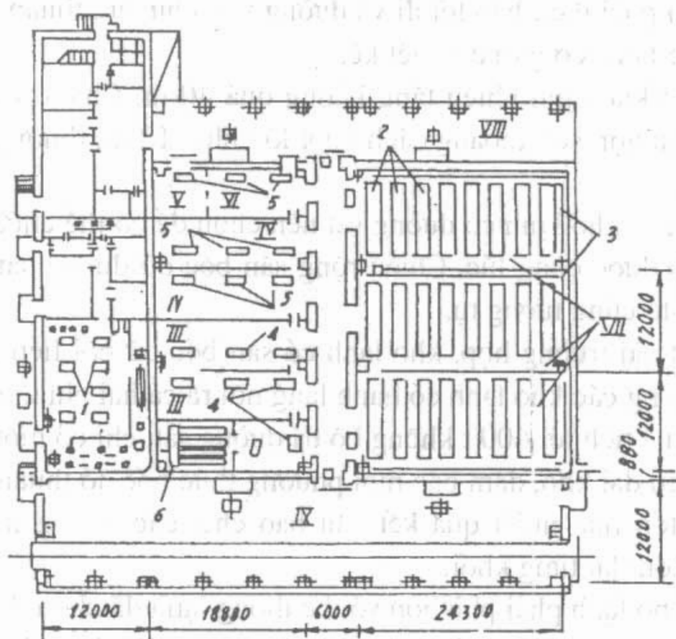
Kho lạnh phân phối 2000t có mặt bằng như trên hình 3. Kho lạnh dùng để bảo quản dài hạn các mặt hàng như thịt cá, dầu mỡ, trứng, phomat... và các mặt hàng dễ hư hỏng khác.

Kho lạnh tiếp nhận hàng qua đường sắt và phân phối cho các kho lạnh thương nghiệp qua đường ôtô.

Cấu trúc thể tích của kho:

- Các buồng bảo quản hàng lạnh đông	70% (1370t)
- Các buồng bảo quản vạn năng	15% (300t)
- Các buồng bảo quản lạnh	15% (300t)
- Buồng kết đông	7,5 t/24h

- Buồng chất tải và tháo tải của buồng kết đông
- Buồng hàng phế phẩm
- Buồng tiếp nhận



Hình 3. Mặt bằng kho lạnh 2000t và sự bố trí các thiết bị chính

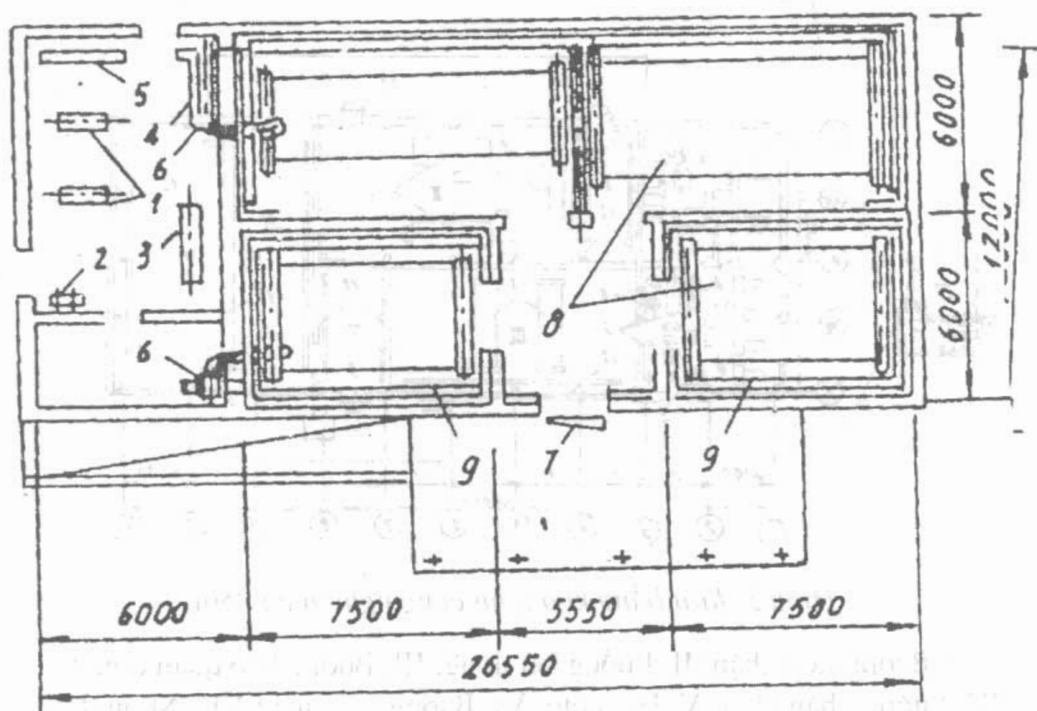
Các buồng: I-Kết đông; II-Chất tải và tháo tải; III-Vạn năng; IV-Bảo quản lạnh; V-Hàng phế phẩm; VI-Tiếp nhận; VII-Bảo quản đông; VIII-Hiên ôtô; IX-Hiên tàu hoả.1-Máy nén; 2-Dàn trần; 3-Dàn tường; 4,5-Dàn lạnh không khí treo trần; 6-Dàn lạnh không khí

Ngoài ra còn có các buồng máy, trạm biến áp, kho vật tư, trạm nhiệt, buồng quần áo, khu hành chính.

Công việc sắp xếp bốc dỡ trong kho được cơ giới hoá bằng các phương tiện nâng hạ như xe rùa, xe điện tự hành, bao bì là các thùng và côngtennơ, do đó kho lạnh có các hành lang nối giữa đường tàu hoả và hiên ôtô. Tất cả các buồng đều thông ra hành lang.

Hệ thống lạnh dùng Amôniac sử dụng bơm tuần hoàn môi chất cấp lỏng cho các dàn lạnh trực tiếp treo trên trần hoặc đặt cạnh tường, đối lưu không khí tự nhiên hoặc cưỡng bức.

Đối với các kho lạnh nhỏ không bố trí các hành lang xuyên suốt trong kho vì không có sân tàu hoả. Hình 4 biểu diễn mặt bằng kho lạnh 125t chỉ có một sân ôtô bốc dỡ hàng.



Hình 4. Mặt bằng kho lạnh 125t

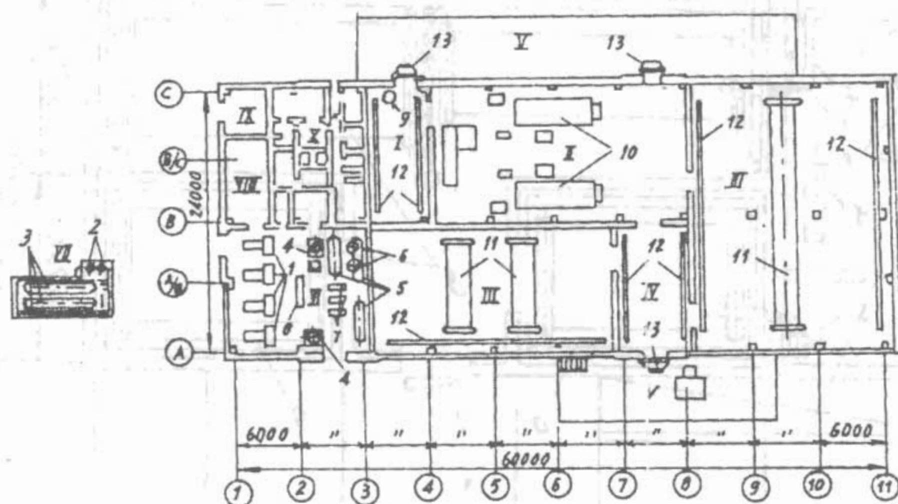
1. Tổ máy nén bình ngưng; 2. Bơm nước; 3. Thiết bị phân phối;
4. Bình chứa thu hồi; 5. Bình chứa cao áp; 6. Quạt gió;
7. Màn không khí; 8,9. Các dàn lạnh

Quy hoạch kho lạnh xí nghiệp cá dung tích 750t giới thiệu trên hình 5.

Đặc điểm của kho lạnh này là không có hành lang. Việc bố trí những nơi sản xuất như vậy đảm bảo dây chuyền công nghệ liên tục từ nơi nhận sản phẩm đến nơi phân phối sản phẩm một cách hợp lý, đơn giản, đảm bảo hệ số sử dụng diện tích là rất lớn.

Trong các kho lạnh một tầng hoặc lớn hơn có thể bố trí hai hoặc ba hành lang nối hiên ôtô và đường tàu hoả để đảm bảo việc sắp xếp bốc dỡ được thuận tiện hơn. Tuy nhiên khi thiết kế cần quan tâm đến các ưu nhược điểm của chúng.

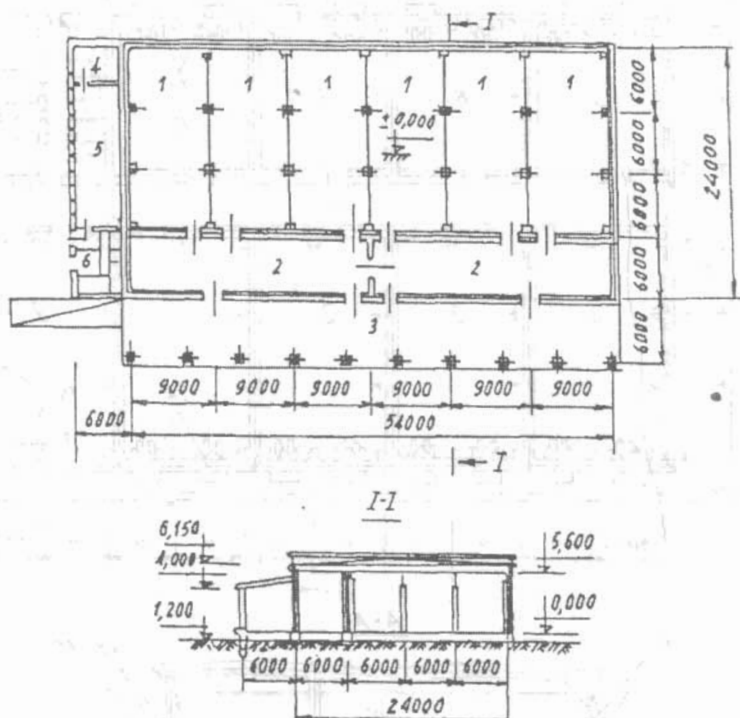
Máy lạnh có thể là loại máy dùng Amôniac hoặc Frêon làm lạnh trực tiếp bằng môi chất lạnh hay gián tiếp qua nước muối. Nếu làm lạnh gián tiếp có thể sử dụng máy lạnh đồng bộ sản xuất nước muối lạnh, rất thuận tiện cho việc vận hành bảo dưỡng thiết bị.



Hình 5. Mặt bằng kho lạnh công nghiệp cá 750t

I. Buồng tiếp nhận; II. Buồng kết đông; III. Buồng bảo quản đông; IV. Buồng phân phối; V. Hiên ôtô; VI. Buồng máy nén; VII. Nhóm bình ngưng, bình chứa; VIII. Bảng điều khiển; IX. Bảng phân phối; X. Buồng phục vụ sinh hoạt và đời sống; 1. Máy nén; 2. Bình ngưng; 3. Bình chứa cao áp; 4. Bình trung gian; 5. Bình chứa tuần hoàn; 6. Bình tách lỏng; 7. Bơm Amôniac; 8. Trạm tiết lưu; 9. Máy làm nước đá; 10. Thiết bị kết đông nhanh; 11, 12. Các dàn lạnh; 13. Màn không khí

Hình 6 mô tả mặt bằng kho lạnh bảo quản rau quả và rượu vang 700t.

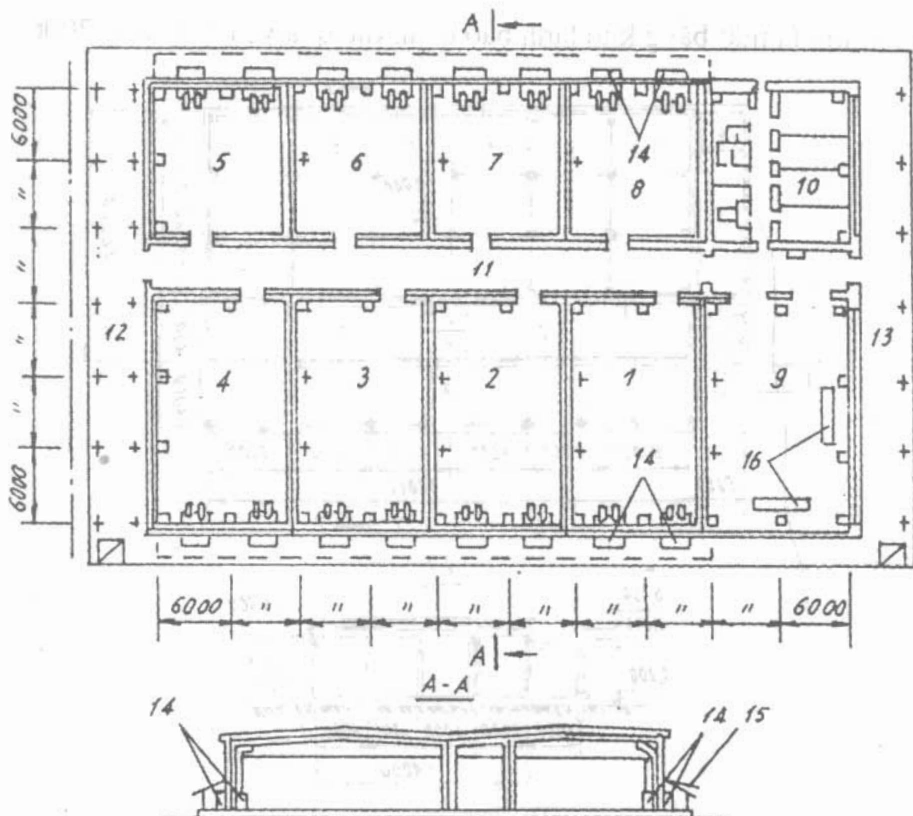


Hình 6. Mặt bằng kho lạnh rau quả và rượu vang 700t

1. Các buồng lạnh; 2. Buồng phân phối; 3. Hiên ôtô;
4. Bảng điều khiển; 5. Buồng máy; 6. Khu sinh hoạt.

Các kho lạnh ở nhà máy liên hợp thịt là một bộ phận của tổ hợp công nghiệp, do đó khi quy hoạch cần đảm bảo mối liên hệ trực tiếp của kho lạnh với các sản phẩm khác của liên hợp. Các kho lạnh này có lối vào từ khu giết mổ. Thịt sau khi giết mổ được đưa vào buồng tiếp nhận kiểm tra rồi vào buồng chất tải của buồng gia lạnh kết đông. Sau khi được xử lý lạnh (gia lạnh hoặc kết đông) thịt được dỡ ra và đưa vào buồng bảo quản hoặc trực tiếp đưa đến nơi cấp phát sử dụng hoặc như nguyên liệu hoặc đến nơi chế biến thành thức ăn chế biến sẵn.

Hình 7 mô tả mặt bằng kho lạnh 1200t có cùng chức năng. Đây là kho lạnh một tầng, không có buồng máy riêng biệt. Mỗi buồng được trang bị một máy lạnh độc lập XMΦ - 16 (Máy lạnh Frêon năng suất lạnh 16.000 kcal/h).



Hình 7. Mặt bằng kho lạnh rau quả và rượu vang 1200t

1-4. Buồng bảo quản hoa quả; 5-8. Buồng bảo quản rượu vang;
9. Buồng phân phối; 10. Các buồng phụ, sinh hoạt và hành chính;
11. Hành lang; 12. Hiên tàu hoả; 13. Hiên ôtô; 14. Máy lạnh XMΦ - 1;
15. Mái hiên thấp; 16. Băng kiểm tra

Dàn lạnh được bố trí trong buồng lạnh còn tổ máy nén bình ngưng đặt ở ngoài cạnh tường kho lạnh, dưới mái hiên thấp 15, vách ngăn bằng lưới thép. Mạng cột của kho là 16m x 18m.

Tất cả các buồng lạnh đều có lối thông ra hành lang 11. Hành lang này được nối thông với hiên đường sắt 12 và hiên ôtô 13. Nền và hiên kho lạnh được đặt cao 0,2 m so với mặt đường ray và hiên ôtô, vì rau quả và rượu vang được đóng trong các thùng hoặc côngtennơ tiêu chuẩn có thể bốc dỡ, sắp xếp cơ khí hoàn toàn bằng xe nâng chuyển, không cần phải nâng chiều cao hiên

bằng sàn xe. Kho lạnh 1200t trong hình 7 có nhược điểm là biên tàu hoả và ôtô quá ngắn, hạn chế tốc độ bốc dỡ hoặc phân phối hàng.

VII. YÊU CẦU ĐỐI VỚI BUỒNG MÁY VÀ MẶT BẰNG KHO LẠNH THƯƠNG NGHIỆP

1. Yêu cầu đối với buồng máy và thiết bị

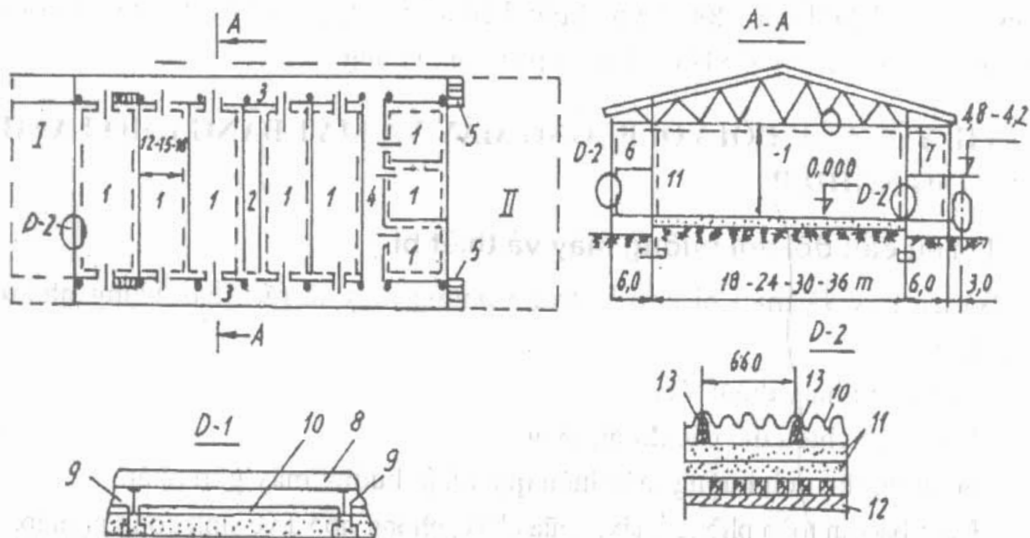
Bố trí máy và thiết bị hợp lý trong phòng máy là rất quan trọng nhằm mục đích:

- Vận hành máy thuận tiện.
- Rút ngắn chiều dài các đường ống.
- Sử dụng thể tích buồng máy hiệu quả nhất, buồng máy gọn nhất.
- Đảm bảo an toàn phòng cháy, chữa cháy, phòng nổ và vệ sinh công nghiệp.
- Đảm bảo thuận tiện cho bảo dưỡng, sửa chữa thay thế máy và thiết bị.

Buồng máy và thiết bị thường được bố trí sát tường kho lạnh để đường ống nối giữa máy, thiết bị và dàn lạnh là ngắn nhất, diện tích chiếm khoảng 5 đến 10% tổng diện tích kho lạnh.

Buồng máy và thiết bị có thể nằm chung trong khối nhà của kho lạnh hoặc tách rời. Đối với hệ thống lớn có thể có buồng máy riêng và buồng thiết bị riêng. Đối với các kho lạnh nhiều tầng buồng máy có thể ở tầng trệt còn buồng thiết bị có thể ở tầng hầm. Kho lạnh một tầng không nên có tầng hầm. Nếu kho lạnh có máy lạnh độc lập phục vụ buồng thì có thể không cần có buồng máy và thiết bị.

Trong buồng máy thường bố trí: Các máy nén, các tổ máy nén bình ngưng, trạm tiết lưu, dụng cụ đo kiểm, có thể thêm bình trung gian, bình tách dầu... Chiều rộng của lối đi trong phòng máy không nhỏ hơn 1,5 m, giữa các máy và thiết bị tới 2,5 m để đủ đảm bảo đi lại, tháo lắp sửa chữa dễ dàng. Khoảng cách giữa các máy và thiết bị nếu không phải là lối đi vận hành chính phải lớn hơn 1 m, giữa thiết bị và tường không nhỏ hơn 0,8 m. Các thiết bị có thể đặt sát tường nếu phía đó của thiết bị hoàn toàn không cần vận hành bảo dưỡng. Trạm tiết lưu và bảng điều khiển với các dụng cụ đo kiểm và báo hiệu phải được bố trí để dễ quan sát từ bất kỳ vị trí nào trong buồng máy, khoảng cách trạm tiết lưu đến máy ít nhất 1,5 m.



Hình 8. Kho lạnh với cấu trúc bao che nhẹ (Kho lạnh lắp ghép)

I. Phía mở rộng; II. Phía bị chặn bởi các xí nghiệp thực phẩm, sữa hoặc hàng hoá; 1. Các buồng bảo quản; 2. Buồng kết đông; 3. Các hiên ôtô và tàu hoả; 4. Hành lang nối thông; 5. Cầu thang; 6-7. Các buồng hành chính, sinh hoạt và buồng phụ; 6. Vành đai khuôn thép; 9. Rầm thép; 10. Các tấm kim loại định hình; 11. Tấm cách nhiệt Polyurethan; 12. Tấm lưới bảo vệ;13. Bitum chống thấm

Về an toàn phòng chống cháy nổ, buồng máy và thiết bị ít nhất phải có hai cửa bố trí đối diện ở khoảng cách xa nhất trong buồng máy, ít nhất có một cửa thông ra ngoài trời, các cánh cửa mở ra ngoài. Chiều cao buồng máy Amôniac ít nhất đạt 4,2 m, Frêôn đạt 3,5 m (khi năng suất lạnh khoảng 100 kW) và 2,6 m đối với các thiết bị nhỏ hơn. Buồng máy phải có quạt thông gió thổi ra ngoài, hệ số thay đổi không khí từ 3 đến 4 lần trong một giờ.

Trong buồng bố trí thiết bị như bình ngưng, bình bay hơi, các bình chứa, bình quá lạnh, bình chứa dầu, bơm nước, bơm môi chất..., chiều cao buồng thiết bị không nhỏ hơn 3,6 m. Khi bố trí bình bay hơi và bình ngưng tụ ống vỏ nằm ngang cần phải chú ý đến không gian cho công tác bảo dưỡng định kỳ. Bình ngưng ống chùm thẳng đứng, dàn ngưng tưới có thể đặt ngoài trời. Bình chưa cao áp tách dầu, chứa dầu có thể đặt ngoài hiên có mái che. Một số thiết

bị có thể đặt chồng lên nhau như: Bình ngưng, bình tách khí không ngưng đặt trên bình chứa cao áp...

Các ống dẫn giữa các thiết bị có thể bố trí trên cao hoặc dưới sàn. Bố trí ống dẫn trên cao có nhược điểm là gây trở ngại cho việc tháo lắp bốc dỡ các thiết bị khi sử dụng các thiết bị nâng hạ, chính vì vậy nên bố trí sát tường và ở chỗ có đủ ánh sáng để bảo dưỡng thường xuyên. Các ống dẫn đặt trên cao cần đặt nghiêng 0,2% ngược hướng dòng chảy của hơi đẩy và ít nhất 0,3% ngược hướng dòng chảy của hơi hút để đảm bảo dầu và lỏng không chảy vào máy nén. Đường ống cũng có thể bố trí trong kênh dưới sàn. Các kênh có chiều cao không nhỏ hơn 1,9 m và được trang bị quạt gió thay đổi không khí ít nhất ba lần trong một giờ. Khi bố trí đường ống phía dưới, đường ống hút và đẩy của mỗi máy nén phải bố trí van xả để xả môi chất lỏng về bình chứa thu hồi.

Các buồng khác như buồng hành chính, diện tích phụ, phòng thay quần áo, buồng sinh hoạt thường được bố trí gần phòng máy và thiết bị.

2. Yêu cầu đối với mặt bằng kho lạnh thương nghiệp

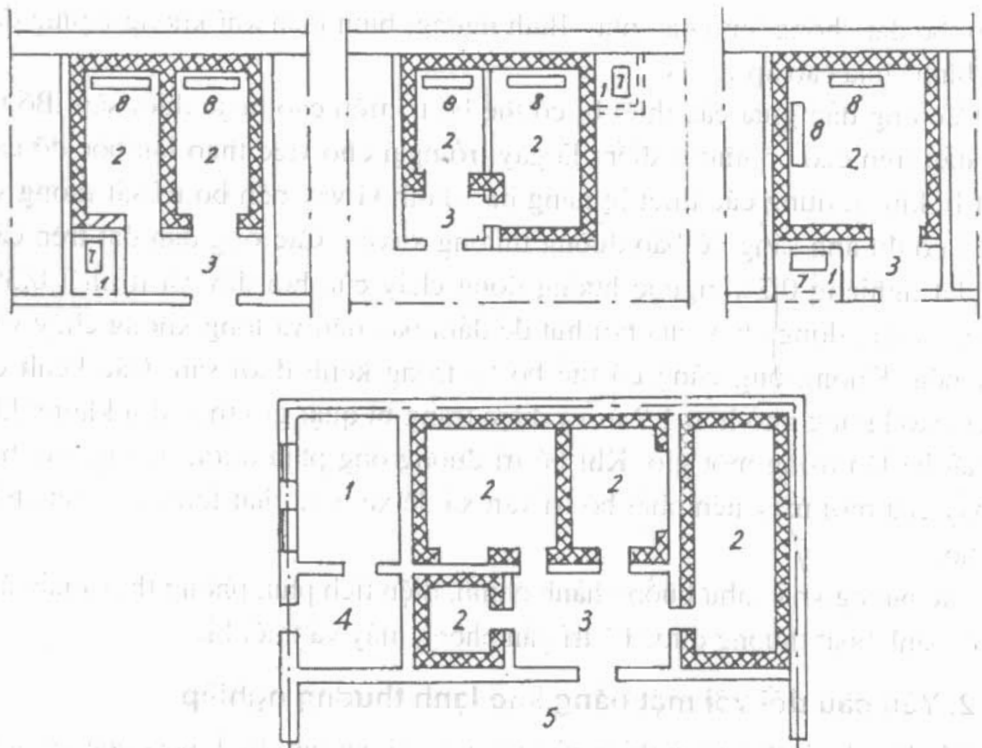
Các kho lạnh thương nghiệp và của các nhà ăn tập thể hoặc công cộng là các kho lạnh dung tích nhỏ có từ một đến năm buồng. Kho thường được bố trí trong các buồng đã xây dựng sẵn. Để hạn chế tổn thất từ ngoài vào, các buồng lạnh thường được bố trí thành một khối, có buồng đệm chung để mở cửa vào tất cả các buồng trên nếu cấu trúc xây dựng cho phép.

Các buồng lạnh nên bố trí vào các buồng thoáng, không ẩm ướt, không gần các nguồn nhiệt, không gần các nơi mất vệ sinh, các nơi chứa hoá chất...

Diện tích buồng lạnh nhỏ nhất không dưới 5 m^2, rộng 2 m và cao 2,4 m. Tỷ lệ giữa chiều dài và chiều rộng không được vượt quá 1: 2,5 chiều rộng, hành lang đệm không nhỏ hơn 1,4 m. Trong các buồng diện tích nhỏ hơn 20 m^2 không được phép có cột gây khó khăn cho việc sử dụng.

Các buồng lạnh thương nghiệp thường được trang bị máy lạnh Frêôn có thể làm việc tự động (tự động điều chỉnh nhiệt độ trong buồng, tự động phá băng theo chương trình (rơle thời gian), tự động đóng ngắt và tự động bảo vệ).

Hình 9 giới thiệu một số phương án mặt bằng các kho lạnh nhỏ dùng cho các xí nghiệp thương nghiệp và nhà ăn tập thể.



Hình 9. Một số phương án mặt bằng kho lạnh thương nghiệp

1. Buồng máy; 2. Buồng lạnh; 3,4. Buồng đệm;
5. Buồng kế không làm lạnh; 7. Máy lạnh; 8. Các dàn lạnh

Máy lạnh thường dùng dàn lạnh không khí bằng môi chất lạnh nhưng cũng có thể gián tiếp thông qua nước muối. Thiết bị ngưng tụ có thể làm mát bằng nước hoặc không khí. Buồng máy nên bố trí ở phía sau hoặc bên cạnh buồng lạnh. Trường hợp này chỉ cần có mái và lưới che xung quanh. Nếu phải đặt phía trước cạnh buồng đệm thì phải có tường kín, tránh hơi nóng của dàn ngưng không khí có ảnh hưởng tới buồng lạnh qua cửa ra vào. Không khí nóng cần phải được thải ra ngoài, không bị quẩn lại trong buồng máy.

Trong nhiều nhà ăn công cộng và các cơ sở thương nghiệp, người ta còn sử dụng các buồng lạnh nhỏ hơn kiểu lắp ghép, di động được và tháo dỡ được. Các loại buồng lạnh thương nghiệp nhỏ nhất có thể kể đến các loại tủ lạnh, tủ kính lạnh, quầy lạnh thương nghiệp.

Chương 2

TÍNH TOÁN CÁCH NHIỆT VÀ TÍNH NHIỆT KHO LẠNH

Mục tiêu

Tính toán được phụ tải nhiệt của kho lạnh có công suất yêu cầu.

Chọn được loại vật liệu cách nhiệt phù hợp và tính chính xác chiều dày của lớp vật liệu cách nhiệt đó.

Tra cứu nhanh, chính xác các số liệu trong các bảng, đồ thị đã được giới thiệu trong chương, sử dụng các công thức tính toán không nhầm lẫn về đơn vị.

Nội dung tóm tắt

- Lựa chọn chủng loại vật liệu cách nhiệt, xác định chiều dày cách nhiệt và tính kiểm tra đọng sương trên bề mặt kết cấu bao che.
- Tính toán các nguồn nhiệt tác động vào kho lạnh.
- Xác định tải nhiệt cho thiết bị và máy nén dựa trên tổng hợp các kết quả tính toán được ở phần trước.

I. XÁC ĐỊNH CHIỀU DÀY CÁCH NHIỆT VÀ TÍNH KIỂM TRA ĐỌNG SƯƠNG

1. Các vật liệu cách nhiệt, cách ẩm thường dùng cho kho lạnh

1.1. Vật liệu cách nhiệt

* *Nhiệm vụ:* Vật liệu cách nhiệt có nhiệm vụ hạn chế dòng nhiệt tổn thất từ môi trường bên ngoài có nhiệt độ cao vào buồng lạnh có nhiệt độ thấp qua kết cấu bao che.

* *Yêu cầu của vật liệu cách nhiệt:*

- Hệ số dẫn nhiệt λ nhỏ ($\lambda \to 0$).

- Khối lượng riêng nhỏ.
- Độ thấm hơi nước μ nhỏ (μ→ 0).
- Độ bền cơ học và độ dẻo cao.

Bền ở nhiệt độ thấp và không ăn mòn các vật liệu xây dựng tiếp xúc với nó.

Không cháy hoặc không dễ cháy.

Không bắt mùi và không có mùi lạ.

Không gây nấm mốc, phát sinh vi khuẩn, không bị chuột, sâu bọ đục phá.

Không độc hại với cơ thể con người.

Không độc hại với các sản phẩm bảo quản, làm biến chất và giảm chất lượng sản phẩm.

Vận chuyển, lắp ráp, gia công, sửa chữa dễ dàng.

Rẻ tiền, dễ kiếm, không cần có sự bảo dưỡng đặc biệt.

Trong thực tế khó có vật liệu cách nhiệt nào đáp ứng đầy đủ các yêu cầu trên, nên khi chọn vật liệu cách nhiệt cho một công trình cần cân nhắc những ưu điểm và nhược điểm cụ thể của nó để quyết định.

Trong các yêu cầu nêu trên chỉ tiêu quan trọng nhất để đánh giá vật liệu cách nhiệt là hệ số dẫn nhiệt λ, giá trị của nó phụ thuộc vào những yếu tố sau:

+ Khối lượng riêng: Khối lượng riêng của vật liệu cách nhiệt là khối lượng của 1 m^3 vật liệu tính cả phần rỗng chứa khí. Khối lượng riêng càng nhỏ thể tích phần rỗng chứa khí càng lớn và hệ số dẫn nhiệt λ càng nhỏ, nhưng khối lượng riêng nhỏ cũng có nghĩa là vật liệu sẽ có độ bền cơ học thấp. Để đảm bảo độ bền người ta không thể giảm khối lượng riêng xuống quá thấp.

+ Kích thước các lỗ rỗng trong vật liệu cách nhiệt: Kích thước các lỗ rỗng nhỏ dòng nhiệt đối lưu trong lỗ giảm, hệ số dẫn nhiệt λ giảm.

+ Nhiệt độ: Thông thường nhiệt độ giảm thì hệ số dẫn nhiệt λ giảm.

+ Áp suất của chất khí trong lỗ càng nhỏ thì hệ số dẫn nhiệt λ càng nhỏ.

+ Độ ẩm: Là yếu tố rất quan trọng, độ ẩm của vật liệu cách nhiệt tăng sẽ làm giảm khả năng cách nhiệt do nước trong vật liệu cách nhiệt dẫn nhiệt tương đối tốt làm cho hệ số dẫn nhiệt λ tăng. Cách nhiệt buồng lạnh bao giờ cũng phải đi đôi với cách ẩm.

* *Vật liệu cách nhiệt thường dùng:* Polystirol (Styropo), Polyurethane, Polyvinylclorit, nhựa phenol, nhựa phormadehit, bông thuỷ tinh, bông khoáng...

1.2. Vật liệu cách ẩm

* *Nguyên nhân gây đọng ẩm trong vật liệu cách nhiệt:* Do nhiệt độ môi trường bên ngoài và trong kho lạnh chênh lệch, nên áp suất của hơi nước ở môi trường bên ngoài luôn lớn hơn áp suất hơi nước trong buồng lạnh, dẫn đến luôn có một dòng ẩm đi từ ngoài vào buồng lạnh, khi gặp nhiệt độ thấp trong buồng lạnh, ẩm ngưng đọng lại trong kết cấu cách nhiệt làm giảm khả năng cách nhiệt, gây nấm mốc và thối rữa cho vật liệu cách nhiệt.

* *Nguyên tắc bố trí lớp cách ẩm:* Để cách ẩm đạt hiệu quả cao nhất, người ta phải bố trí lớp cách ẩm ở vị trí hợp lý để nó phát huy được tác dụng.

Nếu tính từ phía nóng vào phía lạnh thì vị trí lớp cách nhiệt ở trong và lớp cách ẩm bên ngoài.

Lớp cách ẩm không cần quá dày, chỉ cần vài mm, nhưng phải liên tục, không nứt, đứt quãng tạo thành các cầu thấm ẩm.

Không bố trí lớp cách ẩm nằm trong lớp cách nhiệt để ẩm trong lớp cách nhiệt (nếu có) có thể thoát vào buồng lạnh được dễ dàng. Trường hợp không thể ví dụ như đường ống có vách là vật liệu cách ẩm hoàn toàn thì việc bọc chống ẩm đòi hỏi phải thật nghiêm ngặt.

* *Vật liệu cách ẩm thường dùng:* Bitum, giấy dầu, nilông, màng nhựa, màng nhôm, vải thuỷ tinh có sơn quét, tôn...

2. Xác định chiều dày cách nhiệt

2.1. Yêu cầu đối với chiều dày lớp vật liệu cách nhiệt

- Vách ngoài của kết cấu bao che không được đọng sương. Vách ngoài đọng sương khi nhiệt độ của bề mặt vách nhỏ hơn nhiệt độ đọng sương, nhiệt độ vách càng nhỏ khi chiều dày lớp cách nhiệt nhỏ vì vậy chiều dày của lớp vật liệu cách nhiệt phải đủ lớn.

- Giá thành một đơn vị lạnh là nhỏ nhất. Giá thành một đơn vị lạnh bao gồm nhiều yếu tố, trong đó có chi phí cho công tác cách nhiệt, giá thành vật liệu cách nhiệt khá cao, thường chiếm tới 20 - 40% giá thành xây dựng nên không thể thiết kế kho với chiều dày lớp vật liệu cách nhiệt quá lớn.

2.2. Tính toán chiều dày cách nhiệt

Để tính chiều dày lớp vật liệu cách nhiệt phải biết hệ số truyền nhiệt k. Hệ số k xác định từ hai yêu cầu trên và có thể được chọn theo tiêu chuẩn của Nga trong bảng 10.

***Bảng 10.** Hệ số truyền nhiệt k của vách ngoài phụ thuộc vào nhiệt độ buồng lạnh, $W/m^2.K$*

Vách \ ^0C	-40 ÷ -30	-25 ÷ -20	-15 ÷ -10	-4	0	4	12
Vách bao ngoài	0.19	0.21	0.23	0.28	0.3	0.35	0.52
Mái bằng	0.17	0.2	0.23	0.26	0.29	0.33	0.47

Nếu trần kho lạnh có mái che thì hệ số *k* lấy tăng 10% so với mái bằng. Hệ số *k* của các vách trong ngăn cách với các không gian không làm lạnh như hành lang, buồng đệm lấy theo nhiệt độ không khí trong buồng (tra trong bảng 11) của các tường ngăn giữa các buồng lạnh cũng như giữa các tầng của kho nhiều tầng (lấy theo bảng 12). Đối với nền có sưởi trên nền đất lấy theo nhiệt độ không khí trong buồng lạnh (tra bảng 13).

***Bảng 11.** Hệ số k của tường ngăn với hành lang, buồng đệm*

Nhiệt độ của không khí trong buồng lạnh ^0C	-30	-20	-10	-4	4	12
k, $W/m^2.K$	0.27	0.28	0.33	0.35	0.52	0.64

***Bảng 12.** Hệ số k của tường ngăn giữa các buồng lạnh*

Vách ngăn giữa các buồng lạnh	*k, $W/m^2.K$*
Kết đông / Gia lạnh	0.23
Kết đông / Bảo quản lạnh	0.26
Kết đông / Bảo quản đông	0.47
Bảo quản lạnh / Bảo quản đông	0.28
Gia lạnh / Bảo quản đông	0.33
Gia lạnh / Bảo quản lạnh	0.52
Các buồng có cùng nhiệt độ	0.58

***Bảng 13.** Hệ số k của nền có sưởi*

Nhiệt độ của không khí trong buồng lạnh	- 4 ÷ 4	-10	- 20 ÷ - 30
k, $W/m^2.K$	0.41	0.29	0.21

Với các giá trị của hệ số truyền nhiệt k không nằm trong giới hạn nhiệt độ đã cho trong bảng có thể dùng phương pháp nội suy để xác định.

Từ giá trị của hệ số truyền nhiệt k đã chọn, tính chiều dày cách nhiệt theo công thức:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^{n} \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{\delta_{cn}}{\lambda_{cn}} + \frac{1}{\alpha_2}} \qquad (7)$$

$$\delta_{cn} = \lambda_{cn}\left[\frac{1}{k} - \left(\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^{n} \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}\right)\right] \qquad (8)$$

Trong đó:

δ_{cn} - Độ dày của lớp cách nhiệt, m

λ_{cn} - Hệ số dẫn nhiệt của lớp cách nhiệt.W/m.K (tra bảng 14)

α_1 - Hệ số tỏa nhiệt của môi trường bên ngoài tới vách cách nhiệt, W/m^2K

α_2 - Hệ số tỏa nhiệt của vách cách nhiệt vào trong buồng lạnh, W/m^2K

δ_i - Độ dày của lớp vật liệu xây dựng thứ i, m

λ_i - Hệ số dẫn nhiệt của lớp vật liệu xây dựng thứ i.W/m.K (tra bảng 14)

Bảng 14. *Vật liệu cách nhiệt, cách ẩm và xây dựng*

Vật liệu	Khối lượng riêng. kg/m^3	Hệ số dẫn nhiệt. $W/m^2.K$	Ứng dụng
Vật liệu cách nhiệt			
Tấm polystyrol	25-40	0.047	Dùng để cách nhiệt tường bao, tường ngăn, cột, lớp phủ, trần, các tấm bêtông cốt thép định hình, đường ống, thiết bị và dụng cụ, các tấm ngăn, khung giá ống, thiết bị, tường ngăn, cách nhiệt, vành chống cháy.
Tấm polyurethane cứng	100	0.041	
Tấm polyurethane rót ngập	50	0.047	
Chất dẻo xốp	70-100	0.035	
Polyvinilclorit	100-130	0.047	
Bọt xốp phenolphormadehit	70-100	0.058	
Các tấm khoáng tẩm bitum	250-350	0.08-0.093	
Các tấm cách nhiệt than bùn	170-220	0.08-0.093	
Tấm lợp fibro xi măng	300-400	0.15-0.19	
Tấm cách nhiệt bê tông xốp	400-500	0.15	
Tấm lợp từ hạt perlit	200-250	0.076-0.087	
Đất sét, sỏi	300-350	0.17-0.23	
Hạt perlit xốp	100-250	0.058-0.08	
Vật liệu chịu lửa xốp	100-200	0.08-0.098	

Vật liệu	Khối lượng riêng. kg/m^3	Hệ số dẫn nhiệt. $W/m^2.K$	Ứng dụng
Xỉ lò cao	500	0.19	
Xỉ nói chung	700	0.29	
Vật liệu cách ẩm			
Nhựa đường	1800-2000	0.75-0.87	
Bitum dầu lửa	1050	0.18	
Bôrulin	700-900	0.29-0.35	
Bìa Amiăng	700-900	0.29-0.35	
Perganin và giấy dầu	600-800	0.14-0.18	
Vật liệu xây dựng			
Tấm cách nhiệt bêtông Amiăng	350-500	0.093-0.13	
Tấm bêtông Amiăng	1900	0.35	
Bêtông	2000-2200	1.0-1.4	
Bêtông cốt thép	2300-2400	1.4-1.6	
Tường gạch xây	1800	0.82	
Tường đá hộc	1800-2200	0.93-1.3	
Đá vôi vỏ sò	1000-1500	0.46-0.7	
Đá túp	1100-1300	0.46-0.58	
Bêtông xỉ	1200-1500	0.46-0.7	
Vữa trát ximăng	1700-1800	0.88-0.93	
Vữa trát kho từ tấm xơ gỗ	700	0.21	

Hệ số toả nhiệt bên ngoài vách (phía nóng) ký hiệu là α_1 và bên trong vách (phía lạnh) là α_2 phụ thuộc vào nhiều yếu tố, được chọn theo bảng 15.

***Bảng 15.** Hệ số toả nhiệt α_1, α_2*

Bề mặt vách	Hệ số toả nhiệt α W/m^2K
Bề mặt ngoài của vách ngoài (tường bao, mái)	23.3
Bề mặt trong của buồng đối lưu tự nhiên: Tường Nền và trần	8 6 - 7
Bề mặt trong của buồng lưu thông không khí cưỡng bức vừa phải (Bảo quản lạnh)	9
Bề mặt trong của buồng lưu thông không khí cưỡng bức mạnh (Gia lạnh và kết đông)	10.5

Sau khi tính được chiều dày cách nhiệt δ_{cn}, ta phải chọn độ dày cách nhiệt đã được tiêu chuẩn. Độ dày cách nhiệt được chọn bao giờ cũng phải bằng hoặc lớn hơn độ dày cách nhiệt đã tính toán được.

Khi đã có chiều dày lớp vật liệu cách nhiệt thực sẽ phải tính lại hệ số truyền nhiệt thực k_t theo biểu thức 8.

3. Tính kiểm tra đọng sương trên bề mặt ngoài lớp cách nhiệt

Hình 10 mô tả quá trình truyền nhiệt qua vách phẳng.

Mật độ dòng nhiệt có thể tính theo nhiều cách, trong đó có hai cách sau:

$$q = k(t_1 - t_2) \quad (9)$$

$$q = \alpha_1(t_1 - t_{w1}) \quad (10)$$

Từ (9) và (10) ta có:

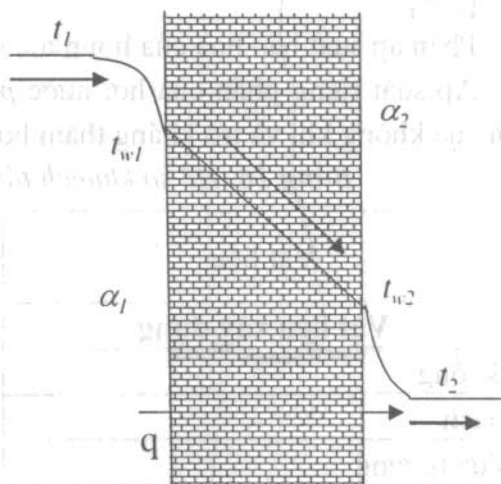
$$k = \alpha_1 . \frac{t_1 - t_{w1}}{t_1 - t_2} \quad (11)$$

t_{w1} - Nhiệt độ vách ngoài

t_{w2} - Nhiệt độ vách trong

t_1 - Nhiệt độ không khí bên ngoài

t_2 - Nhiệt độ không khí trong buồng lạnh



Hình 10. Truyền nhiệt qua vách phẳng

Điều kiện không đọng sương là t_{w1} phải lớn hơn nhiệt độ đọng sương t_s, nghĩa là k phải đủ nhỏ để cách nhiệt, thay t_s vào công thức ta sẽ tính được giá trị hệ số truyền nhiệt đọng sương k_s:

$$k_s < \alpha_1 . \frac{t_1 - t_s}{t_1 - t_2} \quad (12)$$

Nhiệt độ đọng sương sẽ được tra trên đồ thị. Trong thực tế, để an toàn người ta lấy hệ số truyền nhiệt đọng sương k_s là:

$$k_s = 0{,}95.\alpha_1 . \frac{t_1 - t_s}{t_1 - t_2} \quad (13)$$

Như vậy, điều kiện để vách ngoài không đọng sương là:

$$k \le k_s \quad (14)$$

Giá trị lớn nhất của hệ số truyền nhiệt sẽ là k_s, khi đó chiều dày lớp vật liệu cách nhiệt sẽ là nhỏ nhất.

4. Tính kiểm tra đọng ẩm trong cơ cấu cách nhiệt

Điều kiện để ẩm không đọng lại trong cơ cấu cách nhiệt là áp suất riêng, phần thực tế của hơi nước p_x luôn luôn phải nhỏ hơn phân áp suất bão hoà $p_{x''}$ tại mọi điểm trong cơ cấu.

$p_x < p_{x''}$

Phân áp suất bão hoà của hơi nước $p_{x''}$ phụ thuộc nhiệt độ tra theo bảng.

Áp suất riêng phần của hơi nước p_x tại một điểm phụ thuộc phân áp suất hơi của không khí và trở kháng thấm hơi H của kết cấu.

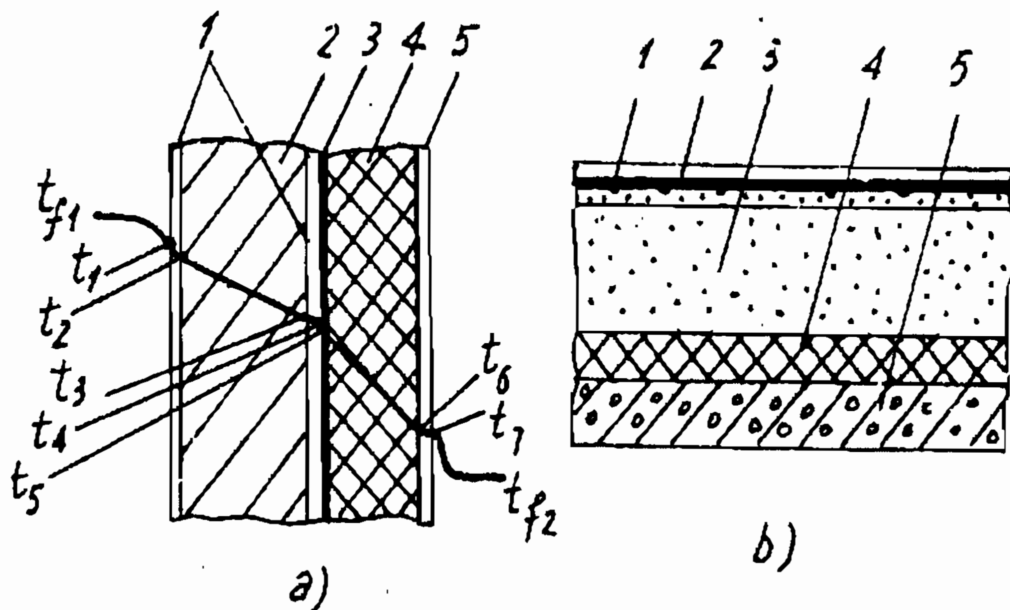
Bảng 16. *Hệ số khuếch tán ẩm μ của một số vật liệu*

Vật liệu	Hệ số thẩm ẩm μ	
	g/mh mmHg	g/mh MPa
Vật liệu xây dựng		
Bêtông	0.004	30
Gạch	0.014	105
Vữa thường	0.018	135
Vữa ximăng	0.012	90
Vật liệu cách nhiệt		
Tấm xơ gỗ thông	0.0082	62
Bông khoáng	0.025	188
Mipora	0.075	563
Bông thuỷ tinh	0.065	48
Bêtông bọt	0.0325	244
Polystyrol	0.001	7.5
Polyurethane bọt	0.006	45
Lie	0.0055	41
Vật liệu cách ẩm		
Màng nhôm	0.000 000 72	0.0054
Bitum	0.000 115	0.86
Borulin	0.000 114	1.08
Pergamin	0.000 16	1.2

Vật liệu	Hệ số thẩm ẩm μ	
	g/mh mmHg	g/mh MPa
Màng polyetylen	0.000 000 24	0.0018
Isol, Brisol	0.000 165	1.238
Giấy dầu	0.000 18	1.35
Isol chống ẩm	0.000 183	1.375

Ví dụ 1

Xác định chiều dày cách nhiệt, cách ẩm tường bao phòng bảo quản đông của kho lạnh xây dựng tại Hà Nội, nhiệt độ trong buồng là -20^{0}C.



Hình 11. Cấu trúc tường bao và mái kho lạnh

Cấu trúc tường ngoài của kho như trên hình vẽ 11 bao gồm các lớp sau:

1. Lớp vữa trát có chiều dày δ_1 = 0,02 mm (3 lớp).
2. Lớp tường gạch xây có chiều dày δ_2 = 0,38 m.
3. Lớp chống ẩm có chiều dày δ_3 = 0,004 m
4. Lớp cách nhiệt có chiều dày δ_4 = 0,20 m

Giải:

1. Xác định chiều dày cách nhiệt:

Sử dụng công thức:

$$\delta_{cn} = \lambda_{cn}\left[\frac{1}{k} - \left(\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^{n}\frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}\right)\right]$$

$k = 0,21\ W/m^2K$; Trả bảng

$\alpha_1 = 23,3\ W/m^2K$; Tra bảng

$\alpha_2 = 8\ W/m^2K$; Tra bảng

Tra các bảng 14, 16:

$\lambda_1 = 0,88\ W/mK$; $\lambda_2 = 0,82\ W/mK$; $\lambda_3 = 0,3\ W/mK$; $\lambda_4 = 0,047\ W/mK$

$\mu_1 = 90\ g/mhMPa$; $\mu_2 = 105g/mhMPa$; $\mu_3 = 0.86g/mhMPa$; $\mu_4 = 7.5\ g/mhMPa$

Thay các giá trị vào ta nhận được:

$$\delta_{cn} = 0,047\left[\frac{1}{0,21} - \left(\frac{1}{23,3} + 3.\frac{0,02}{0,88} + \frac{0,38}{0,82} + \frac{0,004}{0,3} + \frac{1}{8}\right)\right] = 0,19\ m$$

Chiều dày cách nhiệt thực tế phải chọn lớn hơn hoặc bằng chiều dày tính toán, chọn δ_{cn} bằng 0,2 m (với 4 lớp x 50mm hoặc 2 lớp x 100mm). Hệ số truyền nhiệt thực tế được tính theo (8):

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^{n}\frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{\delta_{cn}}{\lambda_{cn}} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

$k = 0,2\ W/m^2K$

2. Kiểm tra đọng sương:

Tra bảng 1: Nhiệt độ trung bình tháng nóng nhất tại Hà Nội $t_1 = 37,2^0C$, độ ẩm $\varphi_{13} = 83\%$. Tra đồ thị h - x hình 1 ta được $t_s = 34,6^0C$.

Theo (13) ta có:

$$k_s = 0,95.\alpha_1.\frac{t_1 - t_s}{t_1 - t_2}$$

$$k_s = 0,95.23,3.\frac{37,2 - 34,6}{37,2 - (-20)}$$

$k_s = 1,01\ W/m^2K$.

So sánh giá trị k thực tế đã tính toán với giá trị k_s ta thấy:

$k = 0,2\ W/m^2K < k_s = 1,01\ W/m^2K$

Như vậy vách ngoài không bị đọng sương.

3. Kiểm tra đọng ẩm trong kết cấu cách nhiệt:

- Mật độ dòng nhiệt qua kết cấu:

$q = k\Delta t = 0,2(37,2 - (-20)) = 11,44\ W/m^2$

- Xác định nhiệt độ bề mặt các lớp vách:

Từ công thức: $q = \alpha_1(t_{f1} - t_1)$;

$$t_1 = 37{,}2 - \frac{11{,}44}{23{,}3} = 36{,}71$$

Từ công thức: $q = \frac{\lambda_1}{\delta_1}(t_1 - t_2)$

$$t_2 = t_1 - q\frac{\delta_1}{\lambda_1}$$

$$t_2 = 36{,}71 - 11{,}44\frac{0{,}02}{0{,}88}$$

$t_2 = 36{,}45$

Tương tự tính được:

$t_3 = 31.15$; $t_4 = 30.89$; $t_5 = 30.73$; $t_6 = -18{,}29$; $t_7 = -18{,}55$

Từ công thức: $q = \alpha_2(t_7 - t_{f2})$; tính được $t_{f2} = -20$

- Xác định áp suất bão hoà của hơi nước:

Từ các giá trị nhiệt độ tính toán được, tra bảng "Tính chất vật lý của không khí ẩm" ta được:

Vách	1	2	3	4	5	6	7
Nhiệt độ, ^{0}C	36.71	36.45	31.15	30.89	30.73	-18.29	-18.55
Áp suất, $p_{x''}$ Pa	6177	6090	4530	4464	4424	121	118

- Tính phân áp suất thực của hơi nước:

Dòng hơi thẩm thấu qua kết cấu bao che:

$$\omega = \frac{p_{h1} - p_{h2}}{H}$$

p_{h1}- Phân áp suất hơi của không khí bên ngoài buồng lạnh, MPa

$p_{h1} = p_{x''}(t = 37{,}2^0C).\varphi_{13} = 6344.83\% = 5265{,}5.10^{-6}$MPa

p_{h2}- Phân áp suất hơi của không khí bên trong buồng lạnh, MPa

$p_{h2} = p_{x''}(t = -20^0C).\varphi_2 = 103.90\% = 93.10^{-6}$Pa

$H = \sum_{i=1}^{n}\frac{\delta_i}{\mu_i}$; trở kháng thấm hơi, m^{2}hMPa/g

Phương án A: Phương án cách ẩm với $\delta_4 = 4$ mm

- Trở kháng thấm hơi của kết cấu:

$$H = \sum_{i=1}^{n}\frac{\delta_i}{\mu_i} = 3.\frac{0{,}02}{90} + \frac{0{,}38}{105} + \frac{0{,}2}{7{,}5} + \frac{0{,}004}{86}$$

$H = 0,0356$ m²hMPa/g

- Dòng hơi thẩm thấu qua kết cấu bao che:

$$\omega = \frac{p_{h1} - p_{h2}}{H}$$

$$\omega = \frac{(5265,5 - 93)10^{-6} MPa.g}{0,0356 m^2 h.MPa}$$

$\omega = 0,1453$ g/m²h

- Phân áp suất thực của hơi nước trên các bề mặt:

Từ công thức $\omega = \dfrac{p_{h1} - p_{x2}}{H}$

$$p_{x2} = p_{h1} - \omega\frac{\delta_1}{\mu_1} = 5265,5 - 0,1453\frac{0,02}{90}.10^6 = 52233,2 \text{ Pa}$$

Tương tự: $p_{x3} = 4707,4$; $p_{x4} = 4675,1$; $p_{x5} = 3999,3$; $p_{x6} = 124,6$; $p_{x7} = 92,3$

So sánh các giá trị vừa tính được với các giá trị đã tra được trong bảng ta thấy phương án này không đạt yêu cầu vì $p_{x3} > p_{x3''}$, $p_{x4} > p_{x4''}$, $p_{x6} > p_{x6''}$

Phương án B: Bổ sung một lớp cách ẩm ở vị trí 2' dày 3 mm, tăng lớp cách ẩm lên 5 mm.

$H = 0,04025$ m²hMPa/g

$p_{x2} = 5236,9$; $p_{x2'} = 4788,6$; $p_{x3} = 4323,6$;

$p_{x4} = 4295$; $p_{x5} = 3547,9$; $p_{x6} = 121,2$; $p_{x7} = 92,6$

Phương án này không đạt yêu cầu do $p_{x6} > p_{x6''}$

Phương án C: Tăng chiều dày lớp cách ẩm bổ sung ở vị trí 2' lên 4 mm, lớp cách ẩm ở vị trí 4 vẫn giữ 5 mm.

$H = 0,04141$ m²hMPa/g

$p_{x2} = 5237,7$; $p_{x2'} = 4656,8$; $p_{x3} = 4204,8$;

$p_{x4} = 4177$; $p_{x5} = 3450,8$; $p_{x6} = 120,2$; $p_{x7} = 92,3$

Phương án này đạt yêu cầu do $p_i > p_{i''}$

II. TÍNH NHIỆT KHO LẠNH

1. Đại cương

Tính nhiệt kho lạnh là tính toán các dòng nhiệt từ môi trường bên ngoài đi vào kho lạnh. Đây chính là dòng nhiệt tổn thất máy lạnh phải có đủ công suất để thải nó trở lại môi trường nóng, đảm bảo sự chênh lệch nhiệt độ ổn định giữa buồng lạnh và không khí bên ngoài.

Mục đích cuối cùng của việc tính toán nhiệt kho lạnh là xác định năng suất lạnh của máy lạnh cần lắp đặt.

Nếu kho lạnh dùng máy lạnh cục bộ (mỗi buồng lạnh hoặc một cụm buồng lạnh có cùng nhiệt độ được bố trí một máy lạnh riêng) thì tính toán từng buồng lạnh để chọn máy và thiết bị phù hợp.

Trong trường hợp kho lạnh có chung một hệ thống lạnh trung tâm thì phải tính toán tổn thất nhiệt cho toàn bộ kho lạnh để thiết kế hệ thống lạnh phù hợp. Khối lượng tính toán ở đây khá lớn và người ta thường sử dụng các bảng biểu tổng kết giá trị tính toán được để dễ bao quát và tránh nhầm lẫn.

Dòng nhiệt tổn thất vào kho lạnh Q bao gồm các thành phần sau:

$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5$; W (15)

Q_1 - Dòng nhiệt đi qua kết cấu bao che của buồng lạnh.

Q_2 - Dòng nhiệt do sản phẩm toả ra trong quá trình xử lý lạnh.

Q_3 - Dòng nhiệt từ không khí bên ngoài do thông gió buồng lạnh.

Q_4 - Dòng nhiệt từ các nguồn khác nhau khi vận hành kho lạnh.

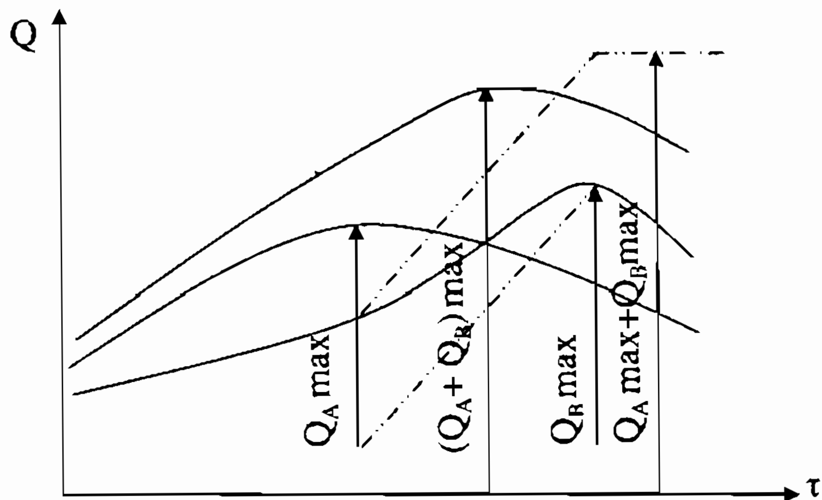
Q_5 - Dòng nhiệt từ sản phẩm toả ra khi sản phẩm hô hấp, chỉ có ở các kho lạnh bảo quản rau quả đặc biệt hoặc trong các buồng lạnh bảo quản hoa quả trong các kho lạnh phân phối.

Dòng nhiệt Q tại một thời điểm nhất định được gọi là phụ tải nhiệt của thiết bị lạnh.

Đặc điểm của phụ tải nhiệt là chúng thay đổi liên tục theo thời gian. Q_1 phụ thuộc vào nhiệt độ bên ngoài, theo giờ trong ngày và mùa trong năm. Q_2 phụ thuộc vào thời vụ. Q_3 phụ thuộc loại hàng hoá bảo quản có cần thông gió hay không. Q_4 phụ thuộc vào quy trình công nghệ chế biến, bảo quản. Q_5 phụ thuộc biến đổi sinh hoá của sản phẩm.

Năng suất lạnh sẽ được thiết kế theo phụ tải nhiệt lớn nhất Q_{max} mà ta ghi nhận được ở một thời điểm nào đó trong năm.

Khi thiết kế tính toán cần lưu ý giá trị Q_{max} không phải bằng tổng của các phụ tải thành phần do các phụ tải thành phần không cùng đạt giá trị lớn nhất tại một thời điểm.



Hình 12. Phụ tải nhiệt của thiết bị lạnh

Năng suất lạnh của máy nén được chọn bằng phụ tải nhiệt lớn nhất:

$Q_{MN} = (Q_A + Q_B)_{max}$.

Không nên chọn năng suất lạnh của máy nén bằng tổng của các nhiệt tải thành phần lớn nhất $Q_{Amax} + Q_{Bmax}$ vì như vậy sẽ quá dư thừa.

Trường hợp một máy lạnh phục vụ cho nhiều buồng lạnh thì có sự khác nhau giữa phụ tải của máy nén và phụ tải của thiết bị. Phụ tải của máy nén cho hai buồng A và B là $Q_{MN} = (Q_A + Q_B)_{max}$ nhưng phụ tải của thiết bị (dàn bay hơi) là $Q_{TB} = Q_{Amax} + Q_{Bmax}$ thường lớn hơn phụ tải của máy nén.

2. Các dòng nhiệt tổn thất vào kho lạnh

2.1. Dòng nhiệt qua kết cấu bao che Q_1

Dòng nhiệt qua kết cấu bao che được định nghĩa là tổng các dòng nhiệt tổn thất qua tường bao, trần và nền kho lạnh, do sự chênh lệch nhiệt độ giữa môi trường bên ngoài và bên trong kho lạnh cộng với các dòng nhiệt do bức xạ mặt trời qua tường bao và trần.

$$Q_1 = Q_{11} + Q_{12} \quad (16)$$

Q_{11} - Dòng nhiệt qua tường bao, trần và nền do chênh lệch nhiệt độ.

Q_{12} - Dòng nhiệt qua tường bao, trần và nền do bức xạ mặt trời.

Q_{11} được xác định qua biểu thức:

$$Q_{11} = k_t F(t_1 - t_2) \quad (17)$$

k_t - Hệ số truyền nhiệt thực của kết cấu bao che xác định theo chiều dày cách nhiệt thực.

F - Diện tích bề mặt kết cấu bao che.

t_1 - Nhiệt độ môi trường bên ngoài.

t_2 - Nhiệt độ trong buồng lạnh.

Để tính toán diện tích bề mặt tường bao ngoài người ta sử dụng:

- Kích thước chiều dài tường ngoài

+ Đối với buồng ở cạnh kho lạnh lấy chiều dài giữa các trục tâm.

+ Đối với buồng góc kho lấy chiều dài từ mép tường ngoài đến trục tâm tường ngăn.

- Kích thước chiều dài tường trong (tường ngăn) từ bề mặt trong của tường ngoài đến tâm tường ngăn.

- Chiều cao tường từ mặt nền đến mặt trên của trần.

Diện tích của trần và nền được xác định từ chiều dài và chiều rộng. Chiều dài và chiều rộng lấy từ tâm của các tường ngăn hoặc từ bề mặt trong của tường ngoài đến tâm của tường ngăn.

Nhiệt độ không khí bên trong buồng lạnh lấy theo yêu cầu của đầu bài, theo yêu cầu công nghệ hoặc theo chức năng của buồng lạnh.

Nhiệt độ không khí bên ngoài là nhiệt độ trung bình cộng của nhiệt độ trung bình cực đại tháng nóng nhất và nhiệt độ cực đại ghi được trong vòng 100 năm gần đây (đã cho trong bảng).

Đối với các tường ngăn mở ra hành lang, buồng đệm... không cần xác định nhiệt độ bên ngoài. Hiệu nhiệt độ giữa hai bên vách lấy định hướng theo cách sau:

+ Bằng 70% hiệu nhiệt độ giữa buồng lạnh và bên ngoài nếu hành lang, buồng đệm có cửa thông với bên ngoài.

+ Bằng 60% hiệu nhiệt độ giữa buồng lạnh và bên ngoài nếu hành lang, buồng đệm không có cửa thông với bên ngoài.

+ Đối với các kho lạnh của cửa hàng thương nghiệp có thể lấy nhiệt độ buồng đệm bằng 28^0C, nhiệt độ hành lang, buồng đệm bằng 14^0C.

Dòng nhiệt qua sàn lửng tính như dòng nhiệt qua vách ngoài.

Dòng nhiệt qua sàn bố trí trên nền đất có sưởi được tính như sau:

$$Q_{11} = k_t F(t_n - t_2) \qquad (18)$$

k_t - Hệ số truyền nhiệt thực của kết cấu bao che xác định theo chiều dày cách nhiệt thực.

F - Diện tích bề mặt kết cấu bao che.

t_n - Nhiệt độ trung bình của nền khi có sưởi

t_2 - Nhiệt độ trong buồng lạnh

Nếu nền không có sưởi, xác định dòng nhiệt theo biểu thức:

$$Q_{11} = \Sigma k_q F(t_1 - t_2)m \qquad (19)$$

k_q - Hệ số truyền nhiệt quy ước với từng vùng của nền

F - Diện tích tương ứng với từng vùng

t_1 - Nhiệt độ môi trường bên ngoài

t_2 - Nhiệt độ trong buồng lạnh

m - Hệ số tính đến sự gia tăng tương đối nhiệt trở nền khi có cách nhiệt.

Để tính toán dòng nhiệt qua sàn, người ta chia sàn thành các vùng khác nhau có chiều rộng 2 m tính từ bề mặt tường bao vào giữa buồng.

Giá trị của hệ số truyền nhiệt quy ước k_q lấy theo từng vùng là:

Vùng 1 (rộng 2 m lấy theo chu vi tường bao)	$k_q = 0,47$ W/m²K
Vùng 2 (rộng 2 m tiếp theo về phía tâm buồng)	$k_q = 0,23$ W/m²K
Vùng 3 (rộng 2 m tiếp theo)	$k_q = 0,12$ W/m²K
Vùng còn lại giữa buồng lạnh	$k_q = 0,07$ W/m²K

Riêng diện tích của vùng rộng 2 m ở góc tường được tính hai lần vì có dòng nhiệt đi vào từ hai phía.

Hệ số *m* đặc trưng cho sự tăng trở nhiệt của nền khi có lớp cách nhiệt:

$$m = \frac{1}{1 + 1,25\left(\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \ldots + \frac{\delta_n}{\lambda_n}\right)} \qquad (20)$$

δ- Chiều dày từng lớp của kết cấu nền; m

λ- Hệ số dẫn nhiệt của vật liệu; W/mK

Nếu nền không có cách nhiệt thì $m = 0$

Bề mặt tường ngoài của mái kho lạnh chịu ảnh hưởng trực tiếp của bức xạ mặt trời thì dòng nhiệt do bức xạ mặt trời được tính như sau:

$$Q_{12} = k_t F \Delta t_{12} \qquad (21)$$

k_t- Hệ số truyền nhiệt thực của vách ngoài

F- Diện tích nhận bức xạ trực tiếp từ mặt trời

Δt_{12}- Hiệu nhiệt độ dư, đặc trưng ảnh hưởng bức xạ mặt trời vào mùa hè.

Dòng nhiệt do bức xạ mặt trời phụ thuộc vào vị trí kho lạnh nằm ở vĩ độ nào, hướng của tường ngoài cũng như diện tích của nó.

Hiện nay chưa có những nghiên cứu về dòng nhiệt do bức xạ mặt trời đối với các buồng lạnh ở Việt Nam, vĩ độ từ 10^0 đến 25^0 vĩ bắc. Trong tính toán có thể lấy các giá trị hiệu nhiệt độ dư định hướng như sau:

- Đối với trần màu xám (bêtông, ximăng hoặc lớp phủ...) $\Delta t_{12} = 19^0C$, màu sáng $\Delta t_{12} = 16^0C$.

- Đối với tường lấy theo bảng:

Hướng / Vĩ độ / Tường	Nam			Đ.Nam	T.Nam	Đông	Tây	T.Bắc	Đ.Bắc	Bắc
	10^0	20^0	30^0	Từ 10^0 đến 30^0						
Bêtông	0	2	4	10	11	11	13	7	6	0
Vữa thẩm	0	1.6	3.2	8	10	10	13	6	5	0
Vôi trắng	0	1.2	2.4	5	7	7	8	4	3	0

Với mỗi buồng lạnh, người ta chỉ tính dòng nhiệt do bức xạ mặt trời qua mái và một bức tường nào đó có tổn thất bức xạ lớn nhất (có Δt_{12} lớn nhất), các tường còn lại bỏ qua không tính.

Với kho lạnh có những buồng cần tính dòng nhiệt bức xạ cho từng buồng riêng biệt, do kết cấu của tường và mái của mỗi buồng khác nhau nên thành lập bảng để tổng hợp kết quả tránh nhầm lẫn.

TT	Vách	k_t; W/m^2K	F; m^2	Δt_{12}; ^0C	Q_{12}; W

Mỗi buồng được xác định dòng tổng thể và sau đó đưa vào bảng tổng hợp. Số liệu này là một phần của Q_1 dùng để xác định năng suất nhiệt của thiết bị và máy nén.

Trong kho lạnh có nhiều buồng với nhiều nhiệt độ khác nhau. Khi tính nhiệt cho buồng có nhiệt độ cao, bố trí bên cạnh buồng có nhiệt độ thấp hơn, ta gặp trường hợp dòng nhiệt tổn thất là âm, vì nhiệt không truyền vào buồng này mà lại truyền từ buồng này ra ngoài (sang buồng có nhiệt độ thấp hơn). Trong trường hợp này ta lấy tổn thất nhiệt của vách bằng không để tính phụ tải nhiệt của thiết bị và lấy giá trị âm để tính phụ tải nhiệt cho máy nén. Như vậy dàn bay hơi vẫn đủ diện tích để làm lạnh khi buồng bên cạnh lạnh hơn ngừng hoạt động.

2.2. Dòng nhiệt do sản phẩm toả ra Q_2

Dòng nhiệt do sản phẩm toả ra khi xử lý lạnh (gia lạnh, kết đông, hạ nhiệt độ tiếp trong buồng bảo quản đông) được tính theo biểu thức:

$$Q_2 = M(h_1 - h_2)\frac{1000}{24.3600}\ ; kW \qquad (22)$$

h_1, h_2- Entanpi của sản phẩm trước và sau khi xử lý lạnh; kJ/kg

M- Công suất buồng gia lạnh, buồng kết đông hoặc lượng hàng nhập vào buồng bảo quản lạnh hoặc buồng bảo quản đông; t/ngày đêm.

1000 : 24 x 3600 - Hệ số chuyển đổi từ t/ngày đêm ra kg/s.

Dòng nhiệt Q_2 có thể tính theo những số liệu cụ thể do đầu bài cho, nếu không, có thể lấy theo các giá trị định hướng như sau:

Khối lượng hàng nhập vào buồng bảo quản lạnh trong một ngày đêm khi tính phụ tải nhiệt cho máy nén:

$$M_l = \frac{E_l.B.m}{365} = 0{,}025E_l \qquad (23)$$

M_l - Khối lượng hàng nhập vào buồng bảo quản lạnh; t/24h

E_l - Dung tích buồng bảo quản lạnh; t

M - Hệ số nhập hàng không đồng đều (đối với kho lạnh phân phối m = 1,5)

365 - Số ngày kho lạnh nhập hàng trong năm

B - Hệ số quay vòng hàng, đối với kho lạnh phân phối B = 5 - 6 lần/năm.

***Bảng 17**. Entanpi của sản phẩm phụ thuộc nhiệt độ; kJ/kg*

Sản phẩm \ Nhiệt độ °C	-20	-18	-15	-12	-10	-8	-5	-3	-2	-1	0	1
Thịt bò, gia cầm	0	4.6	13.0	22.2	30.2	39.4	57.3	57.3	98.8	185.5	232.2	235.5
Thịt cừu	0	4.6	12.6	21.8	29.8	38.5	55.6	74.0	95.8	179.5	224.0	227.0
Thịt lợn	0	4.6	12.2	21.4	28.9	34.8	54.4	73.3	91.6	170.0	211.8	214.7
Sản phẩm phụ thịt	0	5.0	13.8	24.4	33.2	43.1	62.8	87.9	109.6	204.0	261.0	264.5
Cá gầy	0	5.0	14.3	24.8	33.6	43.5	64.0	88.4	111.6	212.2	265.8	269.5
Cá béo	0	5.0	14.3	24.4	32.7	42.3	62.5	85.5	106.2	199.8	249.0	252.0
Trứng	-	-	-	-	-	-	-	227.4	230.2	233.8	237.0	240.0
Mỡ động vật	0	3.8	10.1	17.6	23.5	29.3	40.6	50.5	60.4	91.6	95.0	98.8
Sữa nguyên chất	0	5.5	14.3	25.2	32.7	42.3	62.8	88.7	111.2	184.2	317.8	322.8
Sữa chua	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.2
Kem chua	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.8
Pho mát tươi	-	9.4	26.8	41.2	53.2	63.7	85.9	103.0	-	192.6	299.1	302.0
Kem	0	7.1	19.7	34.8	46.9	62.4	105.3	178.8	221.0	224.4	227.4	230.8
Nho, mơ, anh đào	0	7.5	20.6	36.5	49.8	66.5	116.0	202.2	229.0	232.6	235.8	239.5
Quả các loại	0	6.7	17.2	29.8	38.5	51.0	82.9	139.0	211.0	267.9	271.7	

Nhiệt độ °C / Sản phẩm	2	4	8	10	12	15	20	25	30	35	40
Thịt bò, gia cầm	238.2	245.5	248.2	264.5	270.8	280.4	296.8	312.0	329.0	345.0	361.0
Thịt cừu	230.0	236.3	249.0	255.3	261.4	271.2	386.7	310.8	314.0	334.0	349.8
Thịt lợn	217.8	224.0	235.8	241.7	248.2	256.8	272.5	287.7	301.8	317.8	332.2
Sản phẩm phụ thịt	268.3	274.3	289.2	296.0	302.2	312.8	330.6	348.0	366.0	348.0	401.0
Cá gầy	272.9	280.0	293.9	301.0	308.0	314.4	336.0	353.6	371.0	388.0	406.0
Cá béo	256.0	262.6	277.0	283.0	290.0	300.4	317.4	334.4	351.5	369.0	385.0
Trứng	243.3	249.8	262.4	268.7	274.3	284.4	300.0	316.2	331.5	247.5	362.7
Mỡ động vật	101.4	106.5	121.4	129.8	138.6	155.3	182.8	204.2	221.4	240.0	253.6
Sữa nguyên chất	326.8	334.4	350.7	358.5	366.0	378.0	398.0	418.0	437.0	458.0	477.0
Sữa chua	8.0	15.9	31.4	39.4	47.3	59.0	78.6	98.4	118.0	-	-
Kem chua	5.9	13.0	29.3	36.8	44.4	55.2	73.7	95.8	110.6	-	-
Pho mát tươi	205.5	313.0	326.9	334.0	344.3	351.3	369.4	387.2	404.7	-	-
Kem	243.0	240.9	254.4	264.0	267.9	277.8	294.8	311.0	328.0	344.6	361.4
Nho, mơ, anh đào	242.9	250.2	264.5	271.8	278.6	289.6	307.0	325.5	343.0	360.5	387.0
Quả các loại	274.0	286.7	302.0	308.8	317.0	328.0	346.5	365.6	384.8	403.0	421.0

Khối lượng hàng hoá nhập vào buồng bảo quản đông trong một ngày đêm dùng để xác định phụ tải nhiệt cho máy nén.

$$M_d = \frac{E_d.\psi.B.m}{365} = (0,027 \div 0,035)E_d \qquad (24)$$

M_d - Khối lượng hàng nhập vào buồng bảo quản đông; t/24h

E_d - Dung tích buồng bảo quản đông; t

Ψ - Tỷ lệ nhập hàng có nhiệt độ không cao hơn -8°C, đưa trực tiếp vào buồng bảo quản đông. Trong thời gian bảo quản, lượng hàng này sẽ được hạ xuống đến nhiệt độ buồng.

Đối với kho lạnh phân phối: $\Psi = 0,65 \div 0,85$

$m = 2,5$

$B = 5 \div 6$ lần/năm

365- Số ngày kho lạnh nhập hàng trong năm

B- Hệ số quay vòng hàng, đối với kho lạnh phân phối B = 5 - 6 lần/năm.

Khối lượng hàng nhập vào buồng kết đông trong một ngày đêm được tính theo biểu thức:

$$M_d = \frac{E_d.(1-\psi).B.m}{365} \qquad (25)$$

Với (1 - Ψ) là tỷ lệ hàng có nhiệt độ cao hơn -8°C được đưa vào buồng kết đông trước khi đưa sang buồng bảo quản.

Vì hoa quả có thời vụ nên đối với kho lạnh xử lý và bảo quản sản phẩm hoa quả, khối lượng hàng nhập vào trong một ngày đêm tính theo biểu thức:

$$M = \frac{E.B.m}{120} \qquad (26)$$

M - Khối lượng hàng nhập vào; t/24h

E - Dung tích kho lạnh; t

m - Hệ số nhập hàng không đồng đều; m = 2 - 2,5

120 - Số ngày kho lạnh nhập hàng trong năm

B - Hệ số quay vòng hàng, B = 8 - 10 lần/năm.

Theo biểu thức (26), M = 10 - 15% dung tích kho lạnh. Đối với kho lạnh trung chuyển cá, khối lượng hàng nhập trong một ngày đêm bằng 10% dung tích buồng.

Khi tính Q_2 cho phụ tải thiết bị, lấy khối lượng hàng nhập vào buồng bảo quản lạnh và bảo quản đông trong một ngày đêm bằng 8% dung tích buồng nếu dung tích buồng nhỏ hơn 200t và bằng 6% nếu dung tích buồng lớn hơn 200t.

Đối với kho lạnh của nhà máy liên hợp thịt, khối lượng hàng nhập vào kho lạnh trong một ngày đêm bằng công suất của nhà máy liên hợp.

Để xác định được entanpi của sản phẩm trước và sau khi xử lý lạnh cần phải biết được nhiệt độ cụ thể hoặc nhiệt độ trung bình của sản phẩm trước và sau khi xử lý lạnh.

Nhiệt độ của sản phẩm vào kho lạnh phụ thuộc vào loại kho lạnh, đặc tính của sản phẩm cũng như quá trình xử lý lạnh. Ví dụ, nhiệt độ hàng nhập vào kho lạnh chế biến và bảo quản tạm thời cao hơn nhiệt độ của hàng nhập vào kho lạnh phân phối hoặc thương nghiệp.

Đối với kho lạnh phân phối, nhiệt độ hàng nhập lấy bằng 5 - 6°C. Các sản phẩm này được làm lạnh tiếp ngay trong buồng bảo quản. Nếu kho lạnh có buồng gia lạnh sơ bộ thì sản phẩm được làm lạnh sơ bộ đến nhiệt độ bảo quản ở phòng gia lạnh sơ bộ và dòng nhiệt Q_2 không tính cho buồng bảo quản lạnh. Nhiệt độ của sản phẩm khi chưa được làm lạnh sơ bộ nhập vào kho lạnh bằng nhiệt độ 5 - 8°C thấp hơn nhiệt độ môi trường.

Các sản phẩm lạnh đông bị nóng lên hơn -8^{0}C trên đường vận chuyển (khoảng 15 - 35% tổng khối lượng nhập vào kho lạnh) sẽ được chuyển vào buồng kết đông. Tại buồng kết đông, nhiệt độ của chúng được hạ xuống nhiệt độ bảo quản -20^{0}C. Số sản phẩm có nhiệt độ thấp hơn -8^{0}C (65 - 85% khối lượng hàng nhập vào kho) sẽ được đưa thẳng vào buồng bảo quản đông, ở đây các hàng này sẽ được hạ nhiệt độ xuống đến nhiệt độ bảo quản -20^{0}C. Bởi vậy, nhiệt độ của hàng nhập vào buồng kết đông lấy là -6^{0}C và hàng nhập vào buồng bảo quản đông là từ -8^{0}C đến -10^{0}C.

Nhiệt độ sản phẩm xuất ra lấy bằng nhiệt độ buồng lạnh nếu thời gian bảo quản đủ dài (từ 4 đến 5 ngày trở lên). Nhiệt độ buồng bảo quản lạnh lấy là -0^{0}C và nhiệt độ buồng bảo quản đông bằng -20^{0}C.

Hàng thực phẩm nhập vào kho lạnh thương nghiệp nhỏ có nhiệt độ từ -12^{0}C đến -15^{0}C.

Lượng hàng xuất ra khỏi kho lạnh không cần để tính phụ tải nhiệt mà tính công suất các phương tiện vận tải:

$$M = \frac{E.B.m}{265} \qquad (27)$$

265 - Số ngày xuất hàng trong năm

Khi tính dòng nhiệt do sản phẩm toả ra cần lưu ý là rất nhiều sản phẩm được bảo quản trong bao bì, do đó phải tính cả nhiệt do bao bì toả ra khi làm lạnh sản phẩm.

Dòng nhiệt toả ra khi làm lạnh bao bì:

$$Q_{2b} = M_b.C_b(t_1 - t_2)\,\frac{1000}{24.3600} \qquad (28)$$

M_b - Khối lượng bao bì đưa vào cùng sản phẩm; t/ngày đêm

C_b - Nhiệt dung riêng của bao bì

t_1, t_2 - Nhiệt độ trước và sau khi làm lạnh của bao bì

1000:(24.3600) = 0,0116 - Hệ số chuyển đổi từ t/24 giờ sang kg/s

Khối lượng bao bì chiếm tới 10 - 30% khối lượng hàng hoá, đặc biệt bao bì thuỷ tinh chiếm tới 100%. Bao bì gỗ chiếm tới 20% khối lượng hoa quả.

Nhiệt dung riêng của bao bì lấy như sau:

Bao bì gỗ	: 2,5 kJ/kgK
Bìa cáctông	: 1,46 kJ/kgK
Kim loại	: 0,45 kJ/kgK
Thuỷ tinh	: 0,835 kJ/kgK

Trong các kho lạnh thương nghiệp và đời sống, sản phẩm chỉ được làm lạnh, do đó dòng nhiệt Q_2 có thể tính như sau:

$$Q_2 = 0,0116(M.C + M_b.C_b)(t_1 - t_2) \qquad (29)$$

Khối lượng hàng *M* nhập vào kho lạnh thương nghiệp và đời sống phụ thuộc vào số ngày bảo quản trong kho. Nếu bảo quản 1 - 2 ngày lấy $M = E$ là dung tích của kho lạnh, bảo quản từ 3 - 4 ngày lấy $M = 50\%E$ và $M = 30\%E$ nếu số ngày bảo quản từ 5 ngày trở lên.

Nhiệt dung riêng C của sản phẩm lấy theo bảng 18

Bảng 18. *Nhiệt dung riêng của một số sản phẩm*

Sản phẩm	C; kJ/kgK	Sản phẩm	C; kJ/kgK
Thịt bò	3.44	Sữa	3.94
Thịt lợn	2.98	Váng sữa	3.86
Thịt cừu	2.89	Kem, sữa chua	3.02
Cá gầy	3.62	Pho mat	2.10-2.52
Cá béo	2.94	Trứng	3.35
Hàng thực phẩm	2.94-3.35	Rau quả	3.44-3.94
Dầu động vật	2.68	Bia, nước lạnh	3.94

Nhiệt độ t_1 lấy bằng 5 - 8^{0}C, nhiệt độ t_2 lấy bằng nhiệt độ bảo quản của buồng. Trong trường hợp quãng đường vận chuyển xa, nhiệt độ sản phẩm tăng nhiều hơn, hoặc sản phẩm chưa được gia lạnh thì phải lấy nhiệt độ tương ứng khi nhập kho.

2.3. Dòng nhiệt do thông gió buồng lạnh Q_3

Dòng nhiệt tổn thất do thông gió buồng lạnh chỉ tính cho các buồng lạnh đặc biệt bảo quản rau hoa quả và các sản phẩm có hô hấp. Dòng nhiệt chủ yếu do không khí nóng ở bên ngoài buồng lạnh đưa vào thay thế cho không khí lạnh trong buồng để đảm bảo sự hô hấp của các sản phẩm bảo quản.

Dòng nhiệt Q_3 được xác định qua biểu thức:

$$Q_3 = M_k(h_1 - h_2) \qquad (30)$$

M_1- Lưu lượng không khí của quạt thông gió; m^3/s

h_1, h_2- Entanpi của không khí ngoài và trong buồng lạnh; kJ/kg xác định theo đồ thị h - x và theo t và φ tương ứng.

Lưu lượng quạt thông gió M_k có thể xác định theo biểu thức:

$$M_k = \frac{V.a.\rho_k}{24.3600} \text{ kg/s} \qquad (31)$$

V - Thể tích buồng bảo quản cần thông gió; m^3

a - Bội số tuần hoàn hay số lần thay đổi không khí trong một ngày đêm; lần/24 h.

ρ_k- Khối lượng riêng của không khí ở nhiệt độ và độ ẩm tương đối của không khí trong buồng bảo quản.

Trong các kho lạnh thương nghiệp và đời sống, các buồng bảo quản rau hoa quả và phế phẩm được thông gió.

Các buồng bảo quản hoa quả trang bị quạt thông gió hai chiều đảm bảo bội số tuần hoàn khoảng 4 lần thể tích buồng trong 24 h.

Các buồng bảo quản phế phẩm dùng quạt thổi ra đảm bảo bội số tuần hoàn khoảng 10 lần thể tích buồng trong 24 h.

Dòng nhiệt Q_3 tính cho tải nhiệt của máy nén cũng như của thiết bị.

2.4. Dòng nhiệt do vận hành Q_4

Dòng nhiệt tổn thất do vận hành gồm các dòng nhiệt do đèn chiếu sáng, do người làm việc, do động cơ điện và do mở cửa. Các dòng nhiệt do vận hành được tính riêng. Tổng của chúng sẽ được tính vào phụ tải nhiệt của máy nén và thiết bị.

2.4.1. Dòng nhiệt do chiếu sáng buồng Q_{41}

$$Q_{41} = A.F \text{ (W)} \tag{32}$$

F - Diện tích của buồng; m^2

A - Nhiệt lượng toả ra khi chiếu sáng 1 m^2 diện tích buồng hay nền, đối với buồng bảo quản A = 1,2 W/m^2, với buồng chế biến A = 4,5 W/m^2.

2.4.2. Dòng nhiệt do người toả ra Q_{42}

$$Q_{42} = 350.n \text{ (W)} \tag{33}$$

n - Số người làm việc trong buồng

350 - Nhiệt lượng do một người toả ra khi làm công việc nặng; W

Số người làm việc trong buồng phụ thuộc vào công nghệ gia công, chế biến, vận chuyển, bốc xếp. Nếu không có số liệu cụ thể có thể lấy các số liệu định hướng sau (theo diện tích buồng). Nếu buồng nhỏ hơn 200 m^2 n = 2 - 3 người, nếu buồng lớn hơn 200 m^2 n = 3 - 4 người.

2.4.3. Dòng nhiệt do các động cơ điện Q_{43}

$$Q_{43} = 1000.N \text{ (W)} \tag{34}$$

N - Công suất của động cơ điện; kW

1000 - Hệ số chuyển đổi từ kW ra W

Tổng công suất của động cơ điện lắp trong buồng lạnh lấy theo thực tế thiết kế. Nếu không có số liệu cụ thể có thể lấy theo các giá trị định hướng sau:

Buồng bảo quản lạnh $N = 1 - 4$ kW

Buồng gia lạnh $N = 3 - 8$ kW

Buồng kết đông $N = 8 - 16$ kW

Buồng có diện tích nhỏ lấy giá trị nhỏ và buồng lớn lấy giá trị lớn.

Khi bố trí động cơ ngoài buồng lạnh (quạt dàn lạnh đặt ngoài có ống gió, quạt thông gió...) tính theo biểu thức:

$$Q_{43} = 1000.N.\eta \text{ (W)}$$

η - Hiệu suất của động cơ điện

2.4.4. Dòng nhiệt do mở cửa Q_{44}

$$Q_{44} = B.F \text{ (W)} \quad (35)$$

B - Dòng nhiệt riêng khi mở cửa; W/m^2

F - Diện tích buồng; m^2

Dòng nhiệt riêng khi mở cửa lấy theo bảng 19

Bảng 19. *Dòng nhiệt riêng khi mở cửa theo chiều cao cửa buồng là 6 m và diện tích buồng*

Tên buồng	*B; W/m², đối với F; m²*		
	Đến 50 m^2	50 - 150 m^2	>150 m^2
Gia lạnh, trữ lạnh và bảo quản cá	23	12	10
Bảo quản lạnh	29	15	12
Kết đông	32	15	12
Bảo quản đông	22	12	8
Xuất nhập	78	38	20

Dòng nhiệt riêng B ở bảng cho buồng có chiều cao 6 m. Nếu chiều cao buồng khác đi, B cũng phải lấy khác đi cho phù hợp.

Dòng nhiệt do mở cửa buồng không chỉ phụ thuộc vào diện tích và chiều cao buồng mà còn phụ thuộc vào sự vận hành của các cửa. Thợ chuyên môn bậc cao vận hành tốt hơn có thể giảm đáng kể dòng nhiệt do mở cửa, ngay cả việc bố trí ra vào hợp lý cũng làm cho số lần đóng mở giảm và qua đó giảm dòng nhiệt tổn thất.

Dòng nhiệt vận hành Q_4 sẽ là tổng hợp các dòng nhiệt thành phần:

$$Q_4 = Q_{41} + Q_{42} + Q_{43} + Q_{44} \quad (36)$$

Đối với các kho lạnh thương nghiệp và đời sống, dòng nhiệt vận hành Q_4 có thể lấy như sau:

- Các buồng bảo quản thịt, gia cầm, đồ ăn chín, mỡ, sữa, rau quả, cá, đồ uống, phế phẩm thực phẩm bằng 11,6 W/m^2.

- Các buồng bảo quản thức ăn chế biến sẵn, đồ ăn, bánh kẹo: 29 W/m^2.

Trong một số các trường hợp, đối với kho lạnh thương nghiệp và đời sống người ta tính gần đúng dòng nhiệt vận hành bằng 10 đến 40% dòng nhiệt qua kết cấu bao che và dòng nhiệt do thông gió.

$$Q_4 = (0,1 \div 0,4)(Q_1 + Q_3) \quad (37)$$

2.5. Dòng nhiệt do hoa quả hô hấp Q_5

Dòng nhiệt do hoa quả hô hấp chỉ xuất hiện ở các kho lạnh bảo quản rau quả, hoa đang trong quá trình sống được xác định theo biểu thức:

$$Q_5 = E(0,1q_n + 0,9q_{bq});\ W \quad (38)$$

E - Dung tích kho lạnh

q_n và q_{bq} - Dòng nhiệt toả ra khi sản phẩm có nhiệt độ nhập vào kho lạnh và sau đó là có nhiệt độ bảo quản trong kho lạnh, tra theo bảng 20.

Dòng nhiệt này được tính theo dung tích toàn bộ của buồng.

Bảng 20. Dòng nhiệt toả ra khi sản phẩm hô hấp W/kg

STT	Rau hoa quả	Nhiệt độ: ^{0}C				
		0	2	5	15	20
1	Mơ	18	27	50	154	199
2	Chanh	9	13	20	46	58
3	Cam	11	13	19	56	69
4	Đào	19	22	41	131	181
5	Lê xanh	20	27	46	161	178
6	Lê chín	11	21	41	126	218
7	Táo xanh	19	21	31	92	121
8	Táo chín	11	14	21	58	73
9	Mận	21	35	65	184	232
10	Nho	9	17	14	49	78
11	Hành	20	21	16	31	58
12	Cải bắp	33	36	51	121	195
13	Khoai tây	20	22	24	36	44

STT	Rau hoa quả	Nhiệt độ: ^0C				
		0	2	5	15	20
14	Cà rốt	28	34	38	87	135
15	Dưa chuột	20	34	34	121	175
16	Salat	38	44	51	188	340
17	Củ cải đỏ	20	28	34	116	214
18	Rau spinat	83	19	199	524	900

2.6. Bảng tổng hợp các kết quả tính toán

Đối với những kho lạnh có nhiều buồng có chế độ nhiệt khác nhau, để tiện theo dõi và tính toán, các kết quả nên đưa vào bảng tổng hợp như bảng 21

***Bảng 21.** Bảng tổng hợp kết quả tính nhiệt*

STT	Buồng	Nhiệt độ buồng	Q_1		Q_2		Q_3	Q_4		Q_5	Q_6	
			Thiết bị	Máy nén	Thiết bị	Máy nén		Thiết bị	Máy nén		Thiết bị	Máy nén
1	Bảo quản 1											
2	Bảo quản 2											
3	Bảo quản 3											
4	-------------											

Nhiệt tải cho thiết bị là giá trị tính toán cho các dàn bay hơi (làm lạnh không khí) trong buồng lạnh.

Nếu các buồng có nhiệt độ giống nhau thì có thể bỏ cột nhiệt độ buồng. Nếu có nhiều buồng có nhiệt độ khác nhau thì phân thành từng nhóm buồng theo nhiệt độ, vì bình thường máy lạnh một cấp chỉ phục vụ cho một chế độ nhiệt độ bay hơi và máy lạnh hai cấp cũng chỉ có hai chế độ nhiệt độ bay hơi. Tất nhiên có một số trường hợp, một máy nén có thể phục vụ cho nhiều buồng với các chế độ bay hơi khác nhau nhưng khi đó phải có thiết bị đặc biệt hỗ trợ, ngoài ra, người ta còn phải tính đến chi phí kinh tế của nó.

Thông thường, kho lạnh chỉ có bốn loại buồng với ba chế độ nhiệt độ là:

- Buồng bảo quản lạnh 0^0C
- Buồng gia lạnh 0^0C
- Buồng bảo quản đông $-18 \div -20^0C$
- Buồng kết đông $-25 \div -30^0C$

Đối với mỗi nhóm buồng có nhiệt độ giống nhau, người ta chọn một phương pháp làm lạnh buồng phù hợp với nhiệt độ sôi của môi chất phù hợp.

III. XÁC ĐỊNH TẢI NHIỆT CHO THIẾT BỊ VÀ MÁY NÉN

1. Xác định tải nhiệt cho thiết bị và máy nén

Tải nhiệt cho thiết bị dùng để tính toán diện tích bề mặt trao đổi nhiệt cần thiết cho thiết bị bay hơi (dàn tường, dàn trần không khí đối lưu tự nhiên, dàn quạt đối lưu cưỡng bức hoặc dàn lạnh nước muối). Để đảm bảo được nhiệt độ trong buồng ở những điều kiện bất lợi nhất, người ta phải tính toán tải nhiệt cho thiết bị là tổng các tải nhiệt thành phần có giá trị cao nhất như biểu thức (15) đã nêu: $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5$; W

Thành phần Q_3 và Q_5 chỉ có ở những kho lạnh bảo quản rau quả hoặc các buồng bảo quản rau quả trong các kho lạnh phân phối.

Tải nhiệt của máy nén cũng được tính từ tất cả các tải nhiệt thành phần nhưng tuỳ theo từng loại kho lạnh có thể lấy một phần tổng của tải nhiệt đó. Toàn bộ dòng nhiệt qua cấu trúc bao che Q_1 của kho lạnh phân phối và kho lạnh bảo quản được tính cho nhiệt tải của máy nén.

Đối với kho lạnh của nhà máy liên hợp thịt và cá, theo "Quy chuẩn thiết kế công nghệ kho lạnh" của Nga thì nhiệt tải cho máy nén chỉ lấy đến 80%Q_{1max} cho kho lạnh có nhiệt độ 0^0C.

Một số tài liệu khác lại lấy theo tiêu chuẩn ngành công nghiệp thịt "Гипромясо" như sau: Dòng nhiệt Q_1 không phụ thuộc vào nhiệt độ buồng lạnh lấy bằng 85-90% của giá trị cao nhất đối với kho lạnh một tầng và 75-90% giá trị cao nhất đối với kho lạnh nhiều tầng.

Đối với kho lạnh công nghiệp cá, các số liệu thực tế đã cho không khác nhiều với những số liệu định hướng của "Tiêu chuẩn thiết kế công nghệ kho lạnh". Tải nhiệt máy nén tính với 100% giá trị lớn nhất Q_1 đối với kho lạnh trung chuyển ở cảng và 85%Q_{1max} với kho lạnh chế biến.

Trong giáo trình này, chúng ta chỉ lấy số liệu định hướng theo "Tiêu chuẩn thiết kế công nghệ kho lạnh" của Nga để dễ theo dõi các ví dụ tính toán.

Dòng nhiệt do sản phẩm toả ra Q_2 tính theo các biểu thức từ (23) đến (26). Với các kho lạnh thịt và cá nhiệt tải cho máy nén lấy bằng 100% Q_2 đã tính toán được.

Đối với các kho lạnh bảo quản hoa quả thì tải nhiệt chủ yếu rơi vào thời gian thu hoạch, còn thời gian bảo quản có thể coi $Q_2 = 0$. Dòng nhiệt Q_3 và Q_5 đặc trưng cho quá trình bảo quản lạnh các sản phẩm hô hấp được tính đầy đủ cho tải nhiệt của máy nén.

Nhiệt tải của máy nén từ dòng nhiệt do vận hành được tính bằng 50 - 75% giá trị lớn nhất.

Với những giá trị định hướng về tải nhiệt của máy nén từ các dòng nhiệt thành phần như vậy, ta có thể ghi vào bảng tổng hợp nhiệt tải của máy nén cho từng cụm buồng có nhiệt độ giống nhau.

Khi xác định năng suất lạnh của máy nén cần phải tính đến thời gian làm việc của thiết bị và các tổn thất trong thiết bị, đường ống của hệ thống lạnh, do hiệu nhiệt độ thực tế giữa buồng lạnh và nhiệt độ sôi của môi chất hoặc giữa nhiệt độ buồng lạnh và nhiệt độ của nước muối.

Năng suất lạnh của máy nén đối với mỗi nhóm buồng có nhiệt độ sôi giống nhau xác định theo biểu thức:

$$Q_0 = \frac{k.\sum Q_{MN}}{b} \qquad (39)$$

k - Hệ số lạnh tính đến tổn thất trên đường ống và thiết bị

b - Hệ số thời gian làm việc

ΣQ_{MN} - Tổng nhiệt tải của máy nén đối với một nhiệt độ bay hơi.

Hệ số tính đến tổn thất lạnh trên đường ống và thiết bị của hệ thống làm lạnh trực tiếp phụ thuộc vào nhiệt độ bay hơi của môi chất lạnh trong dàn làm lạnh bằng không khí.

t_0; ^{0}C	- 40	- 30	- 10
K	1,1	1,07	1,05

Đối với hệ thống lạnh gián tiếp (qua nước muối) lấy k = 1,12

Hệ số thời gian làm việc ngày đêm của các kho lạnh lớn (dự tính làm việc 22 h trong một ngày đêm) b = 0,9.

Hệ số thời gian làm việc của các thiết bị lạnh nhỏ không lớn hơn 0,7.

Đối với các kho lạnh nhỏ thương nghiệp và đời sống, nhiệt tải thành phần của máy nén lấy bằng 100% tổng các dòng nhiệt thành phần tính toán được.

Để ước tính năng suất lạnh cần thiết để chọn máy nén có thể sử dụng các giá trị định hướng sau:

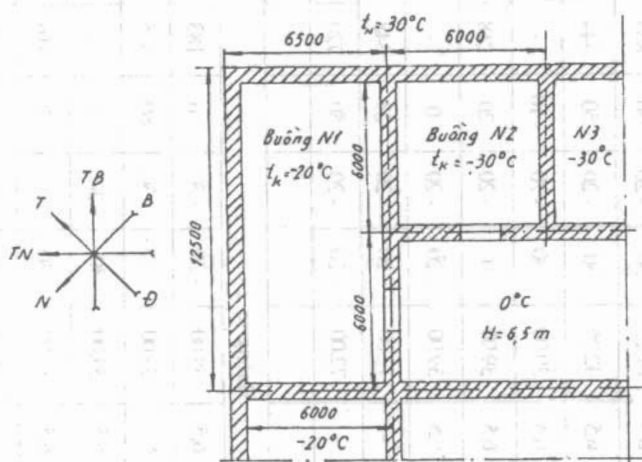
- Để sản xuất 1 kg nước đá — 650 kJ/kg
- Tủ lạnh có nhiệt độ trong tủ là 5^{0}C — 260W/1m^3
- Quầy hàng thương nghiệp — 220W/m chiều dài quầy
- Tủ kính lạnh thương nghiệp — 170W/m chiều dài quầy
- Kho lạnh nhỏ dưới tầng hầm — 100 - 110W/m^2 diện tích

- Kho lạnh nhỏ thương nghiệp và đời sống	120 - 130W/m^2 diện tích
- Buồng bảo quản lạnh của kho lạnh lớn	110W/m^2
- Buồng bảo quản đông của kho lạnh lớn	170W/m^2
- Buồng kết đông	660W/m^2
- Buồng bảo quản đông có kết đông bổ sung	270W/m^2

Các giá trị trên đã lấy tăng 10% để áp dụng cho khí hậu Việt Nam

2. Ví dụ

Hãy tính dòng nhiệt qua kết cấu bao che của hai buồng kho lạnh một tầng:



Dòng nhiệt qua kết cấu bao che được tính toán theo các biểu thức (17), (18), (19) và (21), kết quả thống kê trong bảng.

Bảng 22. Bảng tổng hợp kết quả tính nhiệt

Bao che	Hướng	Kích thước bao che					t_1, °C	t_2, °C	Q_1; W			Δt_{12}; K	Q_{12}	Q_1; W	
		k W/m²K	Dài m	Rộng m	Cao m	Diện tích m²			Δt; K	Q_{TTB}	Q_{TMN}			Q_{TTB}	Q_{TMN}
Buồng số 1															
Tường ngoài	TN	0.21	12.5	-	6.5	81.25	30	- 20	50	853	853	10	171	1024	1024
Tường ngoài	TB	0.21	6.5	-	6.5	42.25	30	- 20	50	444	444	6	-	444	444
Tường ngăn với buồng 2	-	0.47	6.0	-	6.5	39.00	- 30	- 20	- 10	-	- 183	-	-	-	183
Tường ngăn với buồng đệm	-	0.28	6.0	-	6.5	39.00	0	- 20	20	218	218	-	-	218	218
Tường ngăn với buồng 4	-	0.58	6.0	-	6.5	39.00	- 20	- 20	0	-	-	-	-	-	-
Nền	-	0.21	12.0	6	-	72.00	- 20	- 20	23	348	348	-	-	348	348
Trần	-	0.20	12.0	6	-	72.00	- 20	- 20	50	720	720	19	274	994	994
Cộng	-													3028	3211
Buồng số 2															
Tường ngăn với buồng 1	-	0.47	6	-	6.5	39.00	- 30	- 30	10	183	183	-	-	183	183
Tường ngoài	TB	0.19	6	-	6.5	39.00	- 30	- 30	60	445	445	6	45	490	490
Tường ngăn với buồng 3	-	0.58	6	-	6.5	39.00	30	30	0	-	-	-			-
Tường ngăn với buồng đệm	-	0.27	6	-	6.5	39.00	- 30	- 30	- 30	316	316	-	-	316	316
Nền	-	0.21	6	6	-	36.00	- 30	- 30	33	302	302	-	-	250	250
Trần	-	0.17	6	6	-	36.00	- 30	- 30	60	367	367	19	116	483	483
Cộng	-													1722	1722

Chương 3

CHỌN PHƯƠNG PHÁP LÀM LẠNH VÀ THIẾT LẬP SƠ ĐỒ HỆ THỐNG LẠNH

Mục tiêu

Lựa chọn được phương pháp làm lạnh cho một kho lạnh cụ thể khi đã biết loại sản phẩm cần làm lạnh và công suất yêu cầu.

Thiết lập được sơ đồ bố trí máy và thiết bị của hệ thống lạnh phục vụ cho kho lạnh nêu trên.

Nội dung tóm tắt

- Phân loại các phương pháp làm lạnh, phân tích ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng để qua đó chọn được phương pháp làm lạnh hiệu quả nhất phục vụ cho loại sản phẩm cụ thể.

- Lập sơ đồ bố trí máy, thiết bị và sơ đồ nguyên lý của đường ống trong hệ thống lạnh.

I. CHỌN PHƯƠNG PHÁP LÀM LẠNH

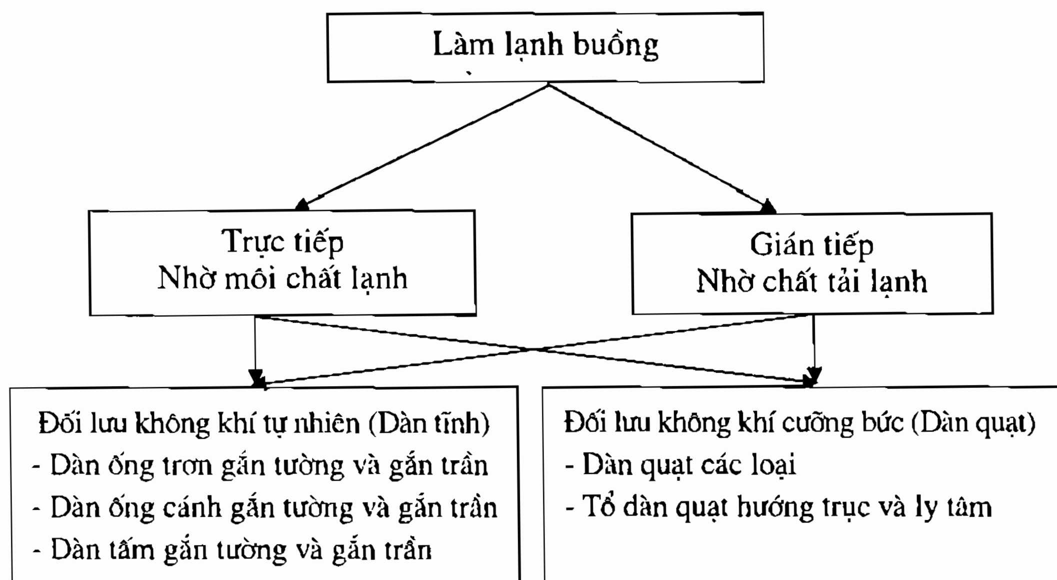
1. Phân loại

Có nhiều phương pháp làm lạnh buồng và xử lý sản phẩm. Hình 12 giới thiệu cách phân loại các phương pháp làm lạnh buồng và hình 13 là cách phân loại các phương pháp xử lý lạnh sản phẩm.

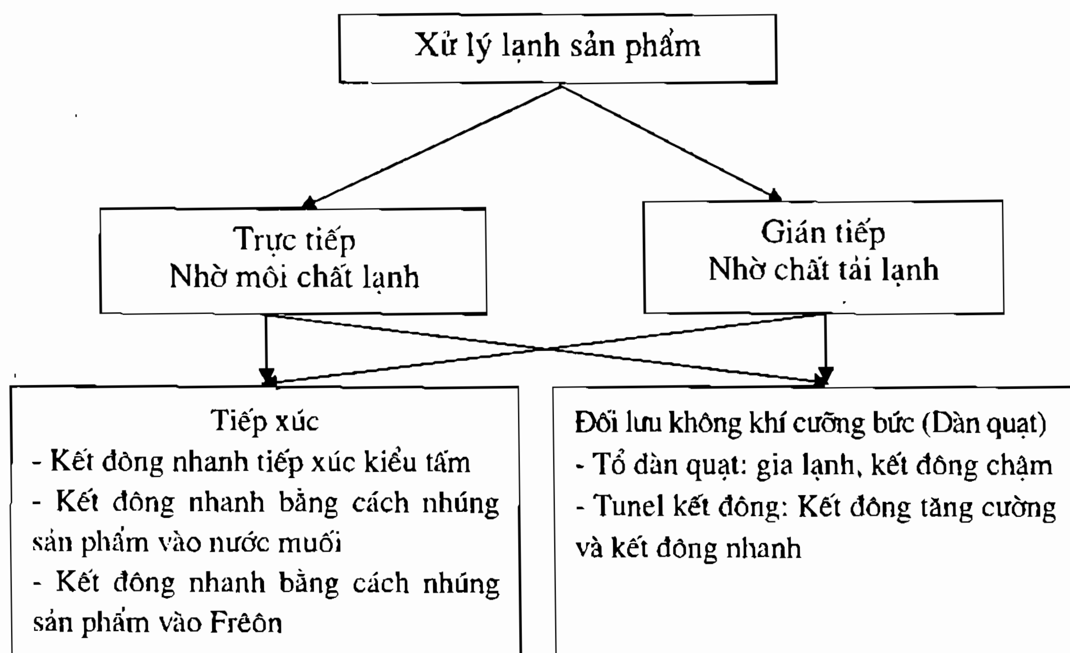
Làm lạnh buồng trực tiếp là làm lạnh buồng bằng dàn bay hơi đặt trong buồng lạnh. Môi chất lỏng sôi thu nhiệt của môi trường buồng lạnh. Dàn bay hơi có thể là các loại dàn đối lưu không khí tự nhiên hoặc cưỡng bức bằng quạt gió.

Làm lạnh buồng gián tiếp là làm lạnh buồng bằng các dàn nước muối lạnh. Thiết bị bay hơi đặt ngoài buồng lạnh. Môi chất lạnh sôi để làm lạnh nước muối. Nước muối lạnh được bơm tuần hoàn bơm đến các dàn lạnh. Sau khi trao đổi nhiệt với không khí trong buồng lạnh, nước muối nóng sẽ được đưa trở lại thiết

bị bay hơi để làm lạnh xuống đến trạng thái ban đầu. Các dàn nước muối bố trí trong buồng cũng có hai loại đối lưu không khí tự nhiên và cưỡng bức.



Hình 12. Phân loại các phương pháp làm lạnh buồng



Hình 13. Phân loại các phương pháp xử lý lạnh sản phẩm

Các loại dàn trực tiếp hoặc gián tiếp đều được bố trí trong buồng lạnh, nhưng loại dàn quạt gió cưỡng bức có thể bố trí ngoài buồng lạnh. Khi đó người ta phải bố trí kênh hút gió và kênh thổi gió để phân phối đều không khí lạnh cho buồng. Dàn quạt khi đó phải cách nhiệt hoặc đặt trong buồng cách nhiệt.

Xử lý lạnh trực tiếp là gia lạnh sản phẩm hoặc kết đông thực phẩm trực tiếp bằng các dàn lạnh có môi chất lạnh sôi bên trong. Gia lạnh sản phẩm bằng các tổ dàn quạt có tốc độ gió trung bình và nhỏ. Kết đông bằng các tổ dàn quạt hoặc bằng cách bố trí các tunel có quạt gió cưỡng bức mạnh. Người ta cũng có thể kết đông cực nhanh bằng máy kết đông tiếp xúc kiểu tấm, trong các tấm có bố trí dàn bay hơi trực tiếp hoặc nhúng sản phẩm vào Frêôn lỏng đang sôi.

Xử lý lạnh gián tiếp qua nước muối là phải sử dụng thêm vòng tuần hoàn giữa máy lạnh và sản phẩm. Sản phẩm thải nhiệt gián tiếp qua nước muối tới môi chất lạnh sôi. Thực tế, cách phân loại theo 12 và 13 chưa thể hoàn chỉnh vì luôn có những kết hợp qua lại giữa các phương pháp làm lạnh buồng với nhau cũng như giữa các phương pháp làm lạnh buồng với các phương pháp xử lý lạnh sản phẩm. Ví dụ, ngay trong một buồng lạnh có thể vừa sử dụng dàn quạt vừa sử dụng dàn đối lưu tự nhiên hoặc trong buồng bảo quản vẫn có thể gia lạnh sản phẩm hoặc làm lạnh đông bổ sung các sản phẩm chưa đạt nhiệt độ cần thiết.

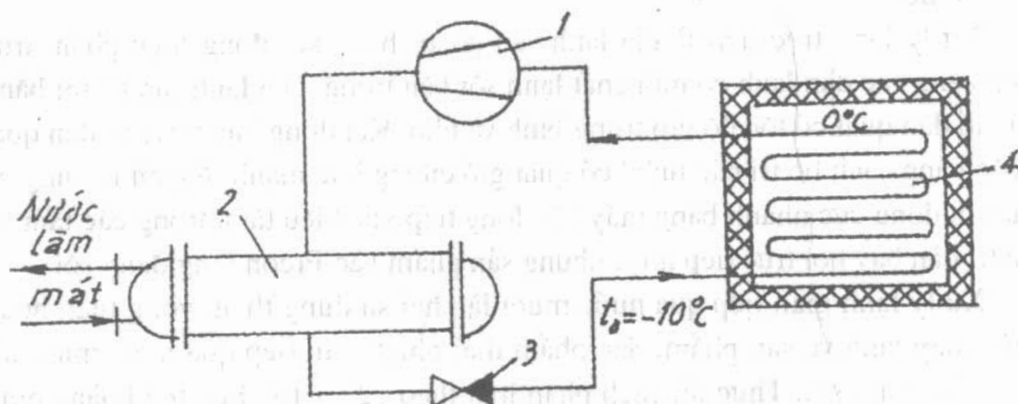
Nói chung, mỗi phương pháp làm lạnh buồng đều có những yêu cầu thiết bị riêng biệt và cũng chỉ ứng dụng hiệu quả cho từng trường hợp cụ thể. Mỗi phương pháp đều có những ưu và nhược điểm, do vậy, với mỗi trường hợp cụ thể người thiết kế sẽ phải chọn phương pháp nào phù hợp nhất để ứng dụng.

Ví dụ, để giảm khô hao sản phẩm trong buồng bảo quản người ta chọn dàn lạnh không khí đối lưu tự nhiên. Để đảm bảo chất lượng sản phẩm cao, người ta chọn phương pháp lạnh đông nhanh hoặc cực nhanh, đối lưu không khí cưỡng bức hoặc lạnh đông kiểu tiếp xúc.

2. Làm lạnh trực tiếp

Hình 14 giới thiệu cách phân loại phương pháp làm lạnh trực tiếp buồng. Nhiệt độ sôi trong dàn bay hơi đối lưu không khí tự nhiên thấp hơn nhiệt độ buồng đến 10^0C. Trong hệ thống làm lạnh trực tiếp, môi chất lạnh lỏng ở thiết

bị ngưng tụ đi qua van tiết lưu để vào dàn bay hơi. Dàn bay hơi đặt trong buồng lạnh cách nhiệt. Môi chất lạnh lỏng sôi trong dàn, thu nhiệt của không khí sau đó được máy nén hút về để nén lên áp suất cao và đẩy vào thiết bị ngưng tụ.



Hình 14. Sơ đồ đơn giản làm lạnh buồng trực tiếp

1. Máy nén; 2. Bình ngưng; 3. Van tiết lưu; 4. Dàn bay hơi

Hệ thống làm lạnh trực tiếp có những ưu điểm sau:

- Thiết bị đơn giản vì không cần thêm vòng tuần hoàn phụ.

- Tuổi thọ cao, kinh tế hơn vì không phải tiếp xúc với nước muối là chất gây han gỉ, ăn mòn mạnh.

- Tổn thất năng lượng về mặt nhiệt động nhỏ vì hiệu nhiệt độ giữa buồng lạnh và dàn bay hơi trực tiếp bao giờ cũng nhỏ hơn hiệu nhiệt độ giữa dàn bay hơi gián tiếp qua nước muối và buồng lạnh.

- Tổn hao lạnh khi khởi động nhỏ, nghĩa là khi làm lạnh trực tiếp thời gian từ khi mở máy đến khi buồng lạnh đạt nhiệt độ yêu cầu nhỏ hơn.

- Nhiệt độ buồng lạnh có thể giám sát qua nhiệt độ sôi của môi chất. Nhiệt độ sôi của môi chất có thể xác định dễ dàng qua áp kế đầu hút của máy nén.

- Dễ dàng điều chỉnh nhiệt độ bằng cách đóng và ngắt máy nén (đối với các máy nén nhỏ và trung bình).

Nhược điểm của hệ thống lạnh trực tiếp:

- Khi là hệ thống lạnh trung tâm có nhiều hộ sử dụng lạnh thì lượng môi chất nạp vào hệ thống là rất lớn, khả năng rò rỉ môi chất lớn và khả năng xác

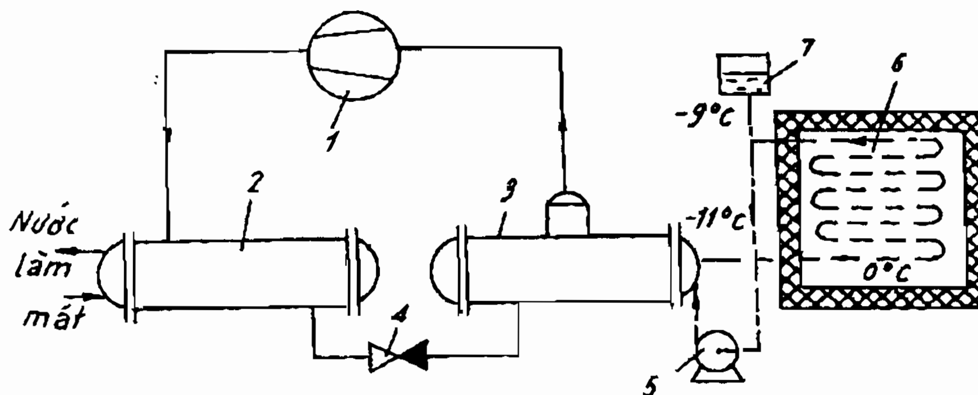
định vị trí rò rỉ rất khó khăn. Việc cấp lỏng cho các dàn bay hơi ở xa gặp trở ngại do tổn thất áp suất. Đối với máy lạnh Frêôn việc hồi dầu sẽ khó khi dàn lạnh đặt quá xa và đặt thấp hơn vị trí của máy nén. Với quá nhiều dàn lạnh, việc phân phối lượng môi chất cho từng dàn cũng không thể như nhau, khả năng máy rơi vào hành trình ẩm rất lớn, vấn đề bảo vệ máy nén khỏi hành trình ẩm đòi hỏi sự quan tâm đặc biệt.

- Khả năng trữ lạnh của hệ thống lạnh trực tiếp kém hơn, khi máy ngừng hoạt động thì dàn lạnh cũng hết lạnh nhanh chóng.

Do những nhược điểm trên mà người ta chỉ sử dụng hệ thống lạnh trực tiếp khi số hộ tiêu thụ lạnh không nhiều, đặc biệt sử dụng để làm lạnh cục bộ. Hệ thống lạnh trực tiếp thường được tự động hoá bao gồm tự động điều khiển và điều chỉnh, tự động báo hiệu và bảo vệ theo nhiệt độ buồng và theo chế độ làm việc an toàn của máy.

3. Làm lạnh gián tiếp

Hình 15 giới thiệu cách phân loại các phương pháp làm lạnh buồng gián tiếp nhờ nước muối, sơ đồ gồm hai vòng tuần hoàn riêng biệt.



Hình 15. Sơ đồ đơn giản làm lạnh buồng gián tiếp

1. Máy nén; 2. Bình ngưng; 3. Bình bay hơi; 4. Van tiết lưu;
5. Bơm nước muối; 6. Dàn lạnh nước muối; 7. Bình giãn nở

- Vòng tuần hoàn môi chất lạnh để làm lạnh nước muối (chất tải lạnh).
- Vòng tuần hoàn nước muối để tải nhiệt từ buồng lạnh đến bình bay hơi hoặc có thể nói vòng tuần hoàn nước muối để cấp lạnh từ bình bay hơi đến buồng lạnh.

Nếu nhiệt độ bay hơi của môi chất lạnh ≥ 5^0C, chất tải lạnh là nước. Nhiệt độ bay hơi đến -18^0C, chất tải lạnh là dung dịch muối NaCl; nhiệt độ bay hơi đến -45^0C, chất tải lạnh là dung dịch muối $CaCl_2$. Trong kho lạnh, các loại chất tải lạnh là nước muối nhưng trong hệ thống điều hoà không khí chất tải lạnh thường dùng là nước.

Dung dịch muối được làm lạnh trong bình bay hơi sau đó được đưa vào dàn lạnh trong buồng lạnh. Ở trong buồng nước muối nóng lên do thu nhiệt của buồng lạnh. Sau đó nước muối lại trở về bình bay hơi để hạ nhiệt độ xuống nhiệt độ yêu cầu. Bình giãn nở được dùng để cân bằng thể tích dung dịch khi giãn nở vì nhiệt, đảm bảo bơm hoạt động bình thường. Bơm dùng để lưu thông cưỡng bức nước muối từ bình bay hơi qua dàn, đảm bảo vòng tuần hoàn kín của nước muối.

Nhiệt độ sôi của môi chất lạnh t_0 thấp hơn nhiệt độ nước muối từ 4 - 6^0C và thấp hơn nhiệt độ không khí trong buồng từ 12 - 16^0C. Nhiệt độ nước muối thấp hơn nhiệt độ không khí trong buồng đối với dàn đối lưu không khí tự nhiên khoảng từ 8 - 10^0C.

Những ưu điểm chính của phương pháp làm lạnh gián tiếp:

- Có độ an toàn cao. Chất tải lạnh là nước muối không cháy nổ, không độc hại với cơ thể sống, không ảnh hưởng đến chất lượng bảo quản sản phẩm nên vòng tuần hoàn bằng nước muối được coi là vòng tuần hoàn an toàn ngăn chặn được sự tiếp xúc trực tiếp của môi chất lạnh độc hại (ví dụ như Amôniăc) với sản phẩm bảo quản.

- Khi có vòng tuần hoàn nước muối thì máy lạnh có cấu tạo đơn giản hơn, đường ống dẫn môi chất ngắn hơn. Hệ thống được lắp ráp thành tổ hợp hoàn chỉnh tại nhà máy chế tạo nên có độ tin cậy cao hơn. Các công việc lắp đặt, hiệu chỉnh, thử bền, thử kín, nạp ga, vận hành, hiệu chỉnh, bảo dưỡng đều dễ dàng và đơn giản hơn.

- Việc cấp lạnh cho từng hộ do nước muối đảm nhiệm, áp suất nước muối không cao nên an toàn và độ kín của dàn không quá quan trọng. Việc sửa chữa thay thế dàn đơn giản, dễ dàng.

- Hệ thống dung dịch muối có khả năng trữ lạnh lớn nên nhiệt độ buồng lạnh sau khi máy đã dừng duy trì được lâu hơn.

Nhược điểm của hệ thống lạnh gián tiếp:

- Năng suất lạnh của máy giảm (tổn thất lạnh lớn) do độ chênh lệch nhiệt độ giữa nhiệt độ buồng lạnh và nhiệt độ sôi của môi chất lớn (lớn hơn so với làm lạnh trực tiếp từ 4 - 6^{0}C).

- Hệ thống lạnh cồng kềnh hơn do phải thêm một vòng tuần hoàn nước muối gồm bơm, bình giãn nở, các đường ống dẫn nước muối và bình bay hơi làm lạnh nước muối.

- Nước muối tuy không cháy nổ, độc hại nhưng có tính ăn mòn thiết bị trong vòng tuần hoàn và cả các thiết bị trong khu vực, nếu tiếp xúc với không khí sẽ gây ăn mòn mạnh hơn.

- Tốn năng lượng bổ sung cho bơm và cách khuấy nước muối.

Do các ưu và nhược điểm trên, hệ thống lạnh gián tiếp chỉ được ứng dụng cho một số trường hợp như hệ thống điều hoà không khí trung tâm, hệ thống cần vòng tuần hoàn an toàn (làm lạnh thực phẩm và nước uống) khi sử dụng môi chất lạnh độc hại như Amôniăc.

4. Các thiết bị làm lạnh không khí và cách bố trí

Để làm lạnh không khí trong buồng người ta có thể sử dụng các thiết bị làm lạnh không khí sau:

- Các dàn lạnh tĩnh, không khí đối lưu tự nhiên
- Các dàn quạt, không khí đối lưu cưỡng bức
- Các dàn và tổ dàn (phương án kết hợp)

Nói chung, mỗi loại dàn đều có những ưu nhược điểm nhất định. Khi chọn mỗi loại dàn và phương pháp làm lạnh cho một ứng dụng cụ thể, người thiết kế phải tìm cách phát huy được ưu điểm và hạn chế nhược điểm của từng loại dàn và phương pháp làm lạnh sẽ sử dụng.

Tổng quát, người ta chọn dàn lạnh cho các buồng lạnh như sau:

- Đối với buồng gia lạnh và buồng kết đông sản phẩm cần phải chọn dàn quạt với sự lưu thông không khí cưỡng bức rất mạnh.

- Đối với buồng bảo quản đông không có bao gói nên chọn các dàn lạnh không khí đối lưu tự nhiên để giảm hao ngót sản phẩm. Các dàn lạnh có thể là loại ống xoắn có cánh hoặc trơn, có thể là dàn kiểu tấm lắp trên tường hoặc trần.

- Đối với buồng bảo quản đông có bao gói chống khô ngót sản phẩm nên chọn dàn quạt đối lưu cưỡng bức, nhưng đảm bảo không khí lưu thông ôn hoà.

- Đối với buồng bảo quản lạnh hàng các loại cũng nên chọn dàn quạt không khí đối lưu cưỡng bức nhưng cần đảm bảo không khí lưu thông ôn hoà.

- Đối với các buồng đa năng với nhiều chế độ nhiệt độ bảo quản khác nhau nên chọn dàn lạnh không khí đối lưu tự nhiên (dàn trần, dàn tường ống xoắn trơn, có cánh hoặc dàn tấm) kết hợp với các tổ dàn quạt đối lưu không khí ôn hoà để bảo quản hàng hoá.

- Trong các buồng lạnh hoặc kho lạnh thương nghiệp và đời sống nên chọn dàn lạnh đối lưu không khí tự nhiên hoặc dàn quạt đồng bộ với thiết bị lạnh đi kèm.

Sau đây là một số các thiết bị được bố trí trong buồng lạnh.

4.1. Dàn lạnh tĩnh

Các dàn lạnh tĩnh là các dàn trần, dàn tường không khí đối lưu tự nhiên. Các dàn thường là dàn ống xoắn trơn hoặc có cánh gắn cách bề mặt tường khoảng 150 - 200 mm, hoặc gắn trên trần. Các dàn cũng có thể có dạng tấm.

Dàn lạnh tĩnh có hai ưu điểm cơ bản:

- Không dùng quạt nên không ồn, không tổn thất điện năng do chạy quạt, không tổn thất nhiệt do quạt toả ra.

- Độ ẩm không khí cao, tốc độ không khí nhỏ nên độ khô hao sản phẩm do bảo quản nhỏ hơn nhiều so với dàn quạt không khí cưỡng bức.

Nhược điểm cơ bản:

- Nhiệt độ trong buồng không đồng đều do tốc độ lưu thông không khí nhỏ.

- Khó bố trí hệ thống thoát nước khi phá băng, phá băng khó và thời gian phá băng lâu.

- Tiêu tốn vật liệu lớn vì hệ số toả nhiệt phía không khí nhỏ nên yêu cầu diện tích trao đổi nhiệt phải lớn.

Do khó khăn phá băng, đặc biệt với dàn cánh nên người ta hay sử dụng ống trơn lắp trên toàn bộ diện tích trần để vừa dễ phá băng, vừa để phân phối đều nhiệt độ. Tuy nhiên, việc hứng và dẫn nước thải khi phá băng gặp khá nhiều khó khăn, hơn nữa làm giảm đáng kể chiều cao chất tải của buồng. Bởi vậy, dàn treo trần thường được bố trí vào các hành lang dùng cho vận chuyển, chở hàng là chính. Khi đó phá băng không cần có tấm bao phủ hàng. Thường người ta phải bố trí các máng ở dưới dàn lạnh để hứng nước và thải ra ngoài.

Trong những buồng có nhiệt độ thấp, tải nhiệt lớn, người ta phải lắp đặt dàn trần và dàn tường trên tất cả các tường của buồng lạnh. Trong các buồng có nhiệt độ gần 0^0C không nên lắp dàn trần.

Khi lắp đặt các dàn trần cần chú ý các yêu cầu sau: chiều rộng dàn bố trí ở các hành lang đi lại không vượt quá 1,2 - 1,4 m, khoảng cách từ trần đến các trục ống trên cùng là 250 mm, không quá 400 mm.

Các dàn lạnh gắn tường được gắn vào phía trên gần sát trần, không khí lạnh khi toả từ dàn xuống sẽ tạo ra một màn không khí lạnh để bảo vệ hàng hoá cần bảo quản, chống dòng nhiệt đi qua tường vào buồng.

Khoảng cách từ trần xuống đến trục của hàng ống trên cùng vào khoảng 150 - 200 mm.

Khi làm lạnh không khí trong buồng bằng các dàn lạnh, xảy ra sự đối lưu không khí tự nhiên do chênh lệch mật độ không khí. Không khí sau khi thải nhiệt cho dàn lạnh sẽ có mật độ lớn hơn và chuyển động xuống phía dưới. Khi tiếp xúc với sản phẩm hoặc bề mặt tường có nhiệt độ cao hơn lại chuyển động lên phía trên và quay lại phía dàn lạnh. Khi thải nhiệt cho dàn, không khí lạnh đi, nhiệt độ hạ xuống dưới điểm đọng sương nước trong không khí sẽ đọng lại lên dàn và bị đóng băng làm cho không khí bị khô đi, khi tiếp xúc với sản phẩm, nước từ sản phẩm bay hơi vào không khí và theo không khí đến bám vào dàn lạnh. Đó là quá trình vận chuyển hơi ẩm rất đặc trưng trong buồng lạnh, làm cho sản phẩm khô hao và mất nước.

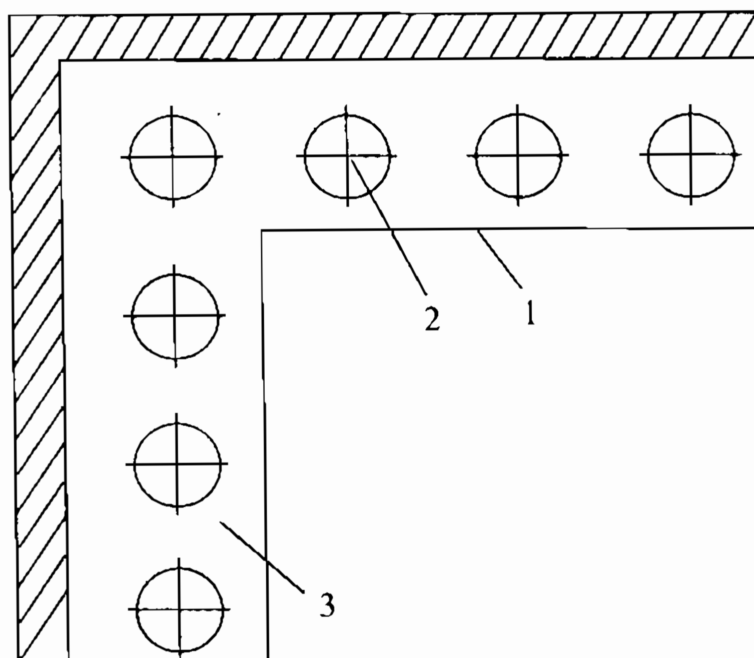
Để giảm độ khô hao sản phẩm đối với các mặt hàng không có bao gói, người ta sử dụng các kết cấu bao che đặc biệt và thiết bị làm lạnh không khí ngăn chặn được dòng nhiệt đi qua kết cấu bao che của buồng như vách ngăn có áo bảo vệ nhiệt, bố trí dọc theo chu vi buồng kho lạnh, cũng như màng chắn bằng nước đá.

Áo bảo vệ nhiệt nằm giữa hai lớp bảo vệ ngoài, bố trí ở khoảng cách 500 - 600 mm. Lớp ngoài và lớp trong của vách mà ở giữa là không khí được cách nhiệt bằng một lớp cách nhiệt. Trong lớp áo cách nhiệt người ta bố trí dàn lạnh để lấy đi dòng nhiệt tổn thất qua vách ngoài. Khi đó dàn lạnh trong buồng chỉ dùng để hạ nhiệt độ của sản phẩm bảo quản nên diện tích dàn còn rất nhỏ. Độ khô hao sản phẩm cũng giảm đi từ 1,5 đến 2,5 lần so với khi sử dụng các dàn lạnh thông thường.

Ngoài các phương pháp trên người ta còn sử dụng các màn chắn bằng một lớp băng dày một vài milimet bố trí trên các lớp vải hoặc bao tải bọc lên tường hoặc bọc trực tiếp lên sản phẩm để giảm độ khô hao của các hàng thực phẩm đông lạnh không bao gói như thịt lợn nửa con...

Với màn chắn băng người ta có thể đạt độ ẩm tương đối trong buồng bảo quản đến 98 - 99%. Sự khô hao sản phẩm giảm từ 1,5 đến 2 lần so với phương pháp bảo quản thông thường.

Lớp áo giữ nhiệt cũng có thể gắn lên dàn trần và các dàn tường như hình vẽ. Màn chắn là tấm thép mỏng hàn trực tiếp lên bề mặt ống hoặc cánh. Nếu dàn là kiểu panel thì màn chắn phải đặt cách bề mặt panel khoảng 200 mm. Màn chắn phải bố trí sao cho không khí và ẩm không thể lọt qua.



Hình 16. Bố trí màn chắn ở dàn trần và dàn tường

1. Màn chắn bằng thép tấm; 2. Dàn ống; 3. Lớp không khí

Nhược điểm của lớp bảo vệ panel là tiêu tốn kim loại tương đối lớn, thể tích buồng cũng bị giảm nhiều, việc bảo dưỡng sửa chữa và phá băng cũng gặp khó khăn hơn.

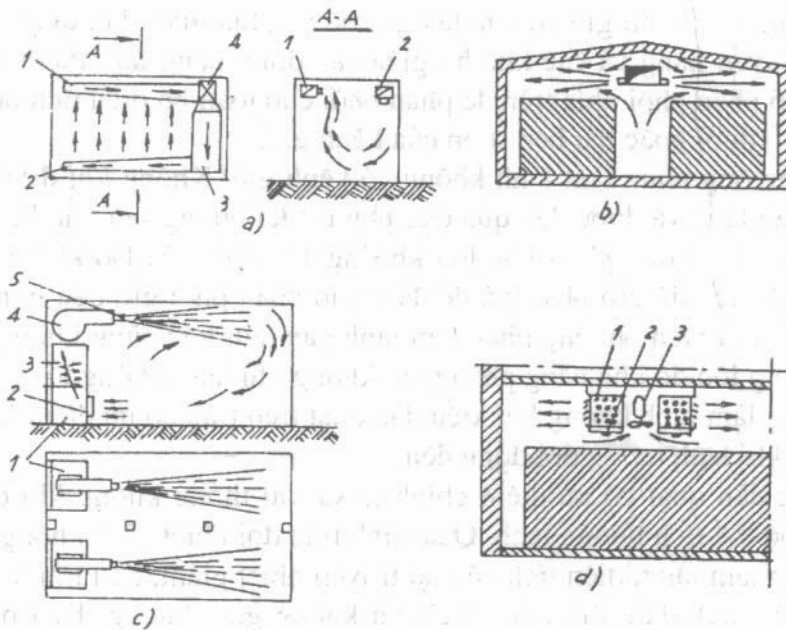
4.2. Dàn quạt

Các dàn lạnh quạt là các dàn ống xoắn có cánh tản nhiệt đối lưu không khí cưỡng bức bằng quạt gió, bên trong ống là môi chất lạnh sôi hoặc chất tải lạnh. Khi làm lạnh trực tiếp, sự trao đổi nhiệt giữa không khí và môi chất chỉ thực hiện qua vách ống.

Khi làm lạnh gián tiếp có thể thực hiện theo hai phương pháp:

- Phương pháp khô: Chất tải lạnh và không khí trao đổi nhiệt qua vách ống.

- Phương pháp ướt: Chất tải nhiệt tiếp xúc trực tiếp với không khí. Quá trình trao đổi nhiệt kèm theo cả quá trình trao đổi chất. Bề mặt trao đổi nhiệt và chất phụ thuộc rất lớn vào thiết bị phun nước muối trong buồng phun.



Hình 17. Sơ đồ hệ thống tuần hoàn không khí

a. Hệ thống hai kênh gió

1. Đường ống hồi; 2. Đường ống thổi; 3. Dàn lạnh; 4. Quạt gió

b. Hệ thống một kênh gió

c. Hệ thống ống phun

1. Dàn lạnh; 2. Cửa hút gió; 3. Ống xoắn; 4. Quạt gió; 5. Miệng phun

d. Dàn quạt treo

1. Ống xoắn; 2. Máng nước; 3. Quạt gió

Sự tuần hoàn không khí trong buồng có thể có dẫn hướng hoặc không.

Hệ thống làm lạnh không khí kiểu khô có hai kênh phân phối và thu hồi không khí tuần hoàn biểu diễn trên hình 17. Không khí từ buồng vào bộ thu hồi không khí theo ống dẫn khí qua dàn lạnh đi vào ống phân phối và trở lại buồng lạnh khép kín vòng tuần hoàn nhờ quạt gió. Cần phải bố trí miệng thổi

gió lạnh và miệng hút gió nóng sao cho không khí lạnh được phân phối đều trong toàn bộ thể tích buồng.

Miệng thổi của kênh phân phối có thể hướng xuống dưới. Miệng hút có thể quay xuống dưới, quay ngang hoặc hướng lên trên sao cho sự phân phối không khí là hợp lý nhất, kết hợp được cả với các dòng đối lưu không khí tự nhiên. Trên kênh phân phối không khí còn có cơ cấu điều chỉnh lưu lượng gió dạng clapê.

Hệ thống một kênh gió có cửa lấy gió bố trí phía dưới dàn quạt, các hành lang vận chuyển hàng và các khe hở giữa các đống hàng làm thêm nhiệm vụ của kênh gió phân phối phía trên để phân phối cho toàn bộ diện tích buồng qua các cửa gió ở dưới hoặc hai bên sườn của kênh gió.

Hệ thống ống phun làm lạnh không có kênh gió. Không khí được hút vào phía dưới dàn lạnh và được đẩy qua ống phụ trở lại buồng sau khi đã được làm lạnh. Tốc độ gió ở ống phun khá lớn khoảng 15 - 20 m/s. Do không có kênh phân phối nên tốc độ gió phải lớn để đảm bảo phân phối gió đều hơn cho các buồng lớn. Tuy nhiên phương pháp làm lạnh này người ta cũng không sử dụng cho các buồng lớn do khả năng phân phối không khí lạnh không tốt.

Hệ thống làm lạnh không khí kiểu dàn quạt treo trần có ưu điểm là sự phân phối không khí lạnh tương đối đồng đều.

Sử dụng dàn quạt có ưu điểm chính là sự lưu thông không khí đồng đều trong toàn bộ thể tích buồng lạnh. Quá trình trao đổi nhiệt giữa không khí, dàn lạnh và sản phẩm tăng, diện tích bề mặt truyền nhiệt giảm, tiêu tốn nguyên vật liệu giảm, thể tích dàn nhỏ gọn, ít chiếm không gian buồng. Khả năng điều chỉnh nhiệt độ buồng lạnh cao hơn.

Nhược điểm của hệ thống là độ ồn cao, tiêu tốn năng lượng cho quạt, tiêu tốn năng lượng để thải nhiệt do quạt thải ra, độ khô hao sản phẩm tăng, nếu muốn giảm độ khô hao phải áp dụng các biện pháp khá tốn kém và phức tạp.

II. SƠ ĐỒ HỆ THỐNG LẠNH

1. Khái niệm

Sơ đồ hệ thống lạnh là sự thể hiện đơn giản một hệ thống các thiết bị và đường ống cho phép hình dung tương đối cụ thể về máy móc, thiết bị, dụng cụ và mối liên hệ (đường ống) giữa chúng.

Sơ đồ hệ thống lạnh phần lớn thường được biểu diễn theo sơ đồ nguyên lý nhưng cũng có thể được biểu diễn theo sơ đồ không gian. Sơ đồ nguyên lý cho một cách nhìn tổng quát về các thiết bị và đường ống, còn sơ đồ không gian cho thấy rõ hơn về cách bố trí máy và các thiết bị, cách lắp đặt các đường ống, dụng cụ... trong không gian.

Tuỳ theo yêu cầu của từng trường hợp ứng dụng cụ thể người ta có thể chỉ lập sơ đồ nguyên lý hoặc sơ đồ không gian.

Đối với các hệ thống trung bình và lớn, do có nhiều máy nén, thiết bị người ta có thể lập sơ đồ của từng cụm như cụm máy nén ngưng tụ, ngưng tụ, cụm tiết lưu, bình chứa, bơm...

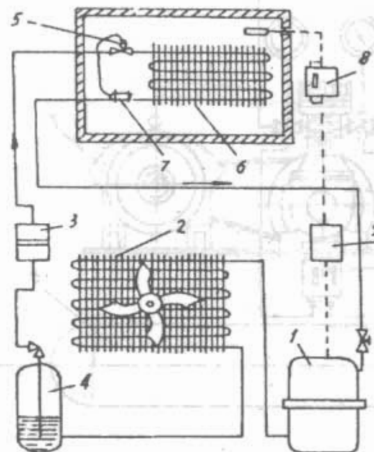
Sơ đồ hệ thống lạnh nén hơi bao gồm các sơ đồ máy lạnh Frêôn và Amôniăc làm lạnh trực tiếp và gián tiếp, năng suất lạnh từ nhỏ đến trung bình.

2. Sơ đồ hệ thống lạnh cỡ nhỏ

Máy lạnh trong hệ thống lạnh cỡ nhỏ có năng suất lạnh khoảng 18kW (15.000 kcal/h). Môi chất lạnh chủ yếu là các Frêôn làm lạnh trực tiếp. Máy nén lạnh là các loại kín, nửa kín và hở. Máy lạnh nhỏ sử dụng chủ yếu cho các tủ lạnh sinh hoạt, tủ và thiết bị lạnh thương nghiệp, các buồng lạnh lắp ghép và các kho lạnh nhỏ, máy điều hoà nhiệt độ.

Thiết bị ngưng tụ có thể là loại làm mát bằng không khí cưỡng bức (dàn quạt), bằng nước (bình ngưng) hoặc bằng không khí đối lưu tự nhiên.

Thiết bị bay hơi thường là các dàn lạnh không khí kiểu đối lưu tự nhiên hoặc cưỡng bức. Thiết bị tiết lưu thường là van tiết lưu cân bằng trong hoặc cân bằng ngoài. Các máy lạnh nhỏ như tủ lạnh gia đình và thương nghiệp sử dụng ống mao làm bộ phận tiết lưu.



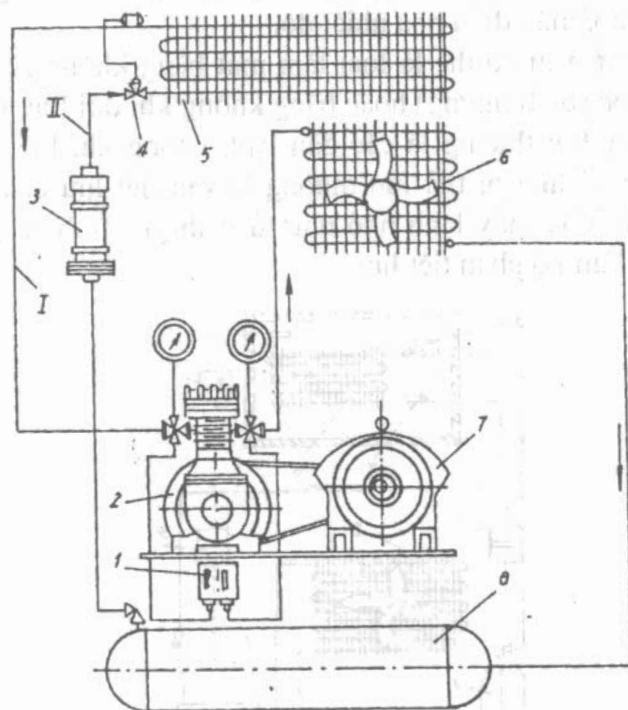
Hình 18. Sơ đồ hệ thống lạnh trên máy nén kín

1. Máy nén kín; 2. Dàn ngưng quạt; 3. Phin sấy lọc; 4. Bình chứa; 5. Van tiết lưu; 6. Dàn bay hơi đối lưu tự nhiên; 7. Bầu cảm nhiệt; 8. Thermostat; 9. Khởi động từ

Hình 18 giới thiệu sơ đồ hệ thống lạnh Frêôn với máy nén kín, đặc biệt, nó được sử dụng cho các thiết bị lạnh thương nghiệp như tủ lạnh, quầy lạnh... Nhiệt độ buồng lạnh được điều chỉnh thông qua thermostat, khi đạt nhiệt độ, thermostat cho tín hiệu ngắt mạch máy nén và khi nhiệt độ lên cao vượt mức cho phép thermostat lại cho tín hiệu đóng mạch máy nén.

Người ta còn có thể lắp một van điện từ trước van tiết lưu để ngăn không cho môi chất lạnh lỏng dồn về dàn bay hơi khi máy lạnh ngừng hoạt động. Trước và sau máy nén đều có van chặn và trên đường lỏng đến van tiết lưu và hơi về máy nén còn bố trí hồi nhiệt để tăng hiệu quả lạnh.

Đa số các hệ thống loại này có rơle áp suất cao và thấp để bảo vệ máy nén khi áp suất quá mức cho phép, áp suất cao gây nguy hiểm cho thiết bị và máy nén, áp suất thấp làm hiệu quả kinh tế giảm, bôi trơn kém...



Hình 19. Sơ đồ hệ thống lạnh dùng máy nén hở

1. Rơle áp suất cao và thấp; 2. Máy nén hở kiểu ФАК (Nga);
3. Phin sấy lọc; 4. Van tiết lưu nhiệt; 5. Dàn bay hơi;
6. Dàn ngưng quạt; 7. Động cơ; 8. Bình chứa;
I. Đường hơi hút về máy nén; II. Đường cấp lỏng cho dàn bay hơi

Một số hệ thống điều chỉnh nhiệt độ buồng lạnh qua rơle áp suất thấp, khi đó trước van tiết lưu phải có van điện từ. Khi nhiệt độ trong buồng lạnh đạt yêu cầu, thermostat ngắt điện của van điện từ, van điện từ đóng, lỏng ngừng cấp cho dàn bay hơi, áp suất bay hơi nhanh chóng giảm xuống dưới mức quy định, rơle áp suất thấp ngắt mạch cấp điện cho máy nén. Khi nhiệt độ buồng lên cao, thermostat nối mạch van điện từ, lỏng được tiếp tục cấp vào dàn bay hơi làm áp suất tăng lên, rơle áp suất thấp nối mạch cho máy nén hoạt động trở lại.

Hình 18 mô tả hệ thống sử dụng dàn bay hơi cấp lỏng từ trên xuống. Phương pháp này có ưu điểm là dầu hồi về máy nén dễ dàng nhưng khi máy ngừng, môi chất lạnh có xu hướng đọng lại ở dàn bay hơi và khi máy nén hoạt động trở lại hay gây nên hiện tượng bốc dầu. Sơ đồ trong hình 19 khắc phục nhược điểm đó bằng cách cấp lỏng từ dưới lên.

Hình 20 giới thiệu sơ đồ hệ thống lạnh kiểu hở AK - ФB6 môi chất lạnh là R12, năng suất lạnh 6,000 kcal/h.

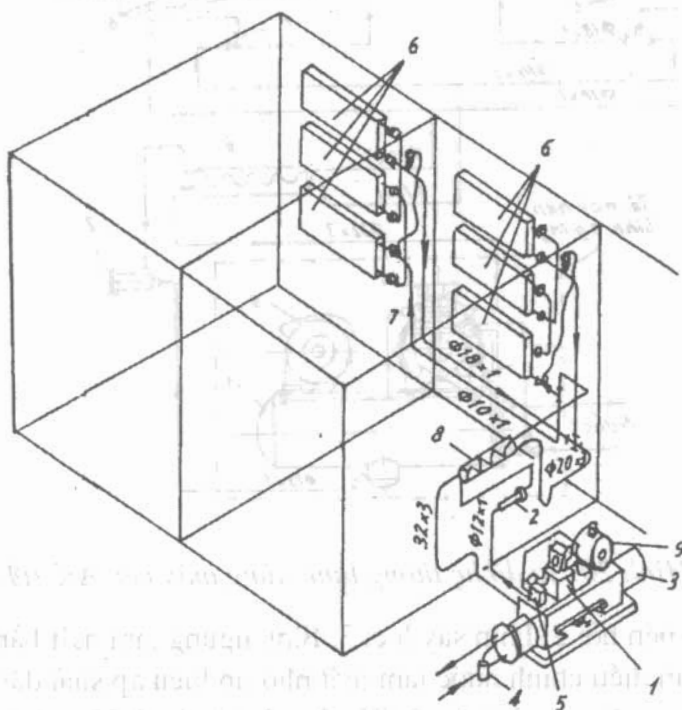
Hình 20. Sơ đồ hệ thống lạnh dùng máy nén AK-ФB6

1. Máy nén hở; 2. Phin sấy lọc; 3. Bình ngưng làm mát bằng nước; 4. Van điều chỉnh nước làm mát nhờ tín hiệu áp suất đầu đẩy; 5. Rơle áp suất cao và thấp; 6. Dàn bay hơi tĩnh; 7. Van tiết lưu nhiệt; 8. Hồi nhiệt; 9. Động cơ

Hình 21 giới thiệu sơ đồ không gian của hệ thống lạnh kiểu hở AK - ΦB6 khi lắp đặt cho buồng lạnh.

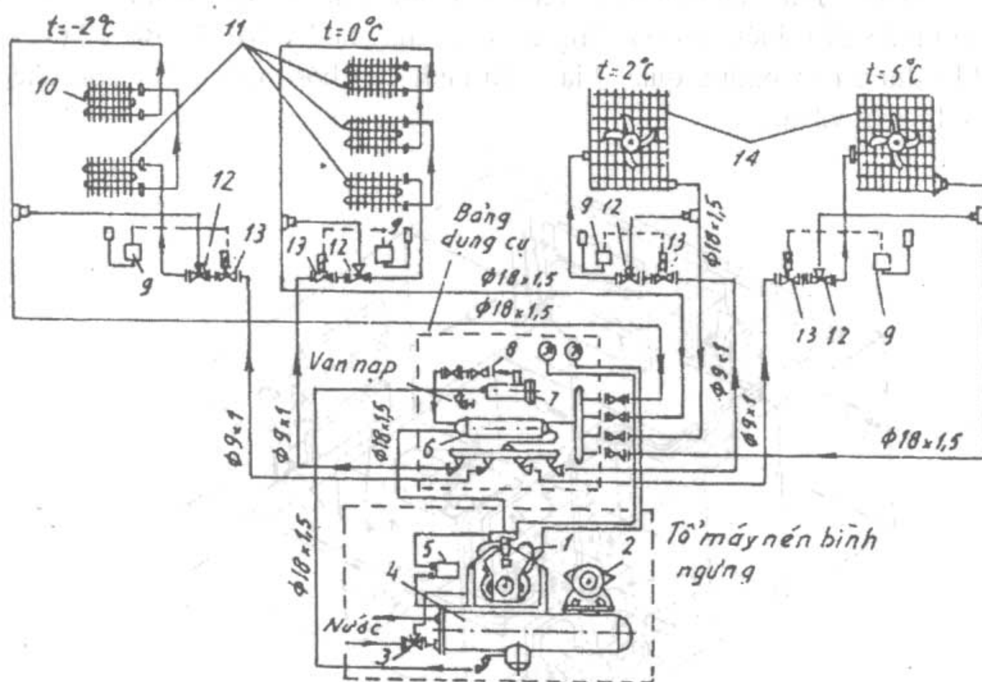
Để đảm bảo cho lỏng không chảy về máy nén và tuần hoàn dầu dễ dàng, với sáu dàn bay hơi, người ta có thể áp dụng phương pháp hỗn hợp để lắp đặt các dàn bay hơi, nghĩa là có bốn dàn cấp lỏng từ trên xuống và hai dàn cấp lỏng từ dưới lên. Nguyên lý hoạt động của hệ thống như sau: Hơi Frêôn sinh ra trong dàn bay hơi được máy nén hút về, nén lên áp suất cao và đẩy vào bình ngưng làm mát bằng nước. Ở trong bình ngưng, hơi môi chất thải nhiệt cho nước và ngưng tụ thành lỏng, lỏng sẽ theo đường ống qua phin sấy lọc vào van tiết lưu nhiệt. Qua van tiết lưu nhiệt, môi chất sẽ hạ nhiệt độ và áp suất và sau đó sôi trong dàn bay hơi, thu nhiệt của môi trường, hơi sinh ra được máy nén hút về, hình thành vòng tuần hoàn kín của môi chất lạnh.

Nhiệt độ trong buồng lạnh được điều chỉnh nhờ rơle áp suất thấp (pressotat). Áp suất ngưng tụ được điều chỉnh tự động nhờ van điều chỉnh nước làm mát vào thiết bị ngưng tụ. Bảo vệ áp suất cao của máy nén nhờ rơle áp suất cao. Có thể điều chỉnh nhiệt độ các buồng lạnh chênh nhau tới 4 - 5^0C.



Hình 21. Sơ đồ không gian hệ thống lạnh dùng máy nén AK-ΦB6

Những hệ thống nhỏ có năng suất lạnh từ 10 đến 14 kW có thể dùng để cấp lạnh cho bốn buồng có nhiệt độ khác nhau của một cửa hàng thương nghiệp (hình 22). Trong trường hợp này từ bảng dụng cụ phải có đường cấp lỏng và cấp hơi riêng cho từng cụm dàn bay hơi của từng buồng. Trên đường cấp lỏng, trước van tiết lưu của mỗi cụm dàn của mỗi buồng người ta lắp một van điện từ. Thermostat điều chỉnh nhiệt độ buồng thông qua đóng mở van điện từ. Khi nhiệt độ buồng đạt yêu cầu sẽ ngừng cấp lỏng cho dàn bay hơi và khi nhiệt độ cao sẽ cấp trở lại bằng cách đóng hoặc mở van điện từ. Trường hợp tất cả các van điện từ đều đóng (cả bốn buồng đều đủ lạnh) áp suất hút của máy nén sẽ giảm thấp, rơle áp suất thấp sẽ cắt mạch của máy nén, máy nén sẽ ngừng làm việc. Khi chỉ một trong bốn buồng cần cấp lạnh, van điện từ của buồng đó mở ra, lỏng tràn vào dàn, áp suất phía hút tăng, rơle áp suất thấp đóng mạch cho máy nén hoạt động trở lại.



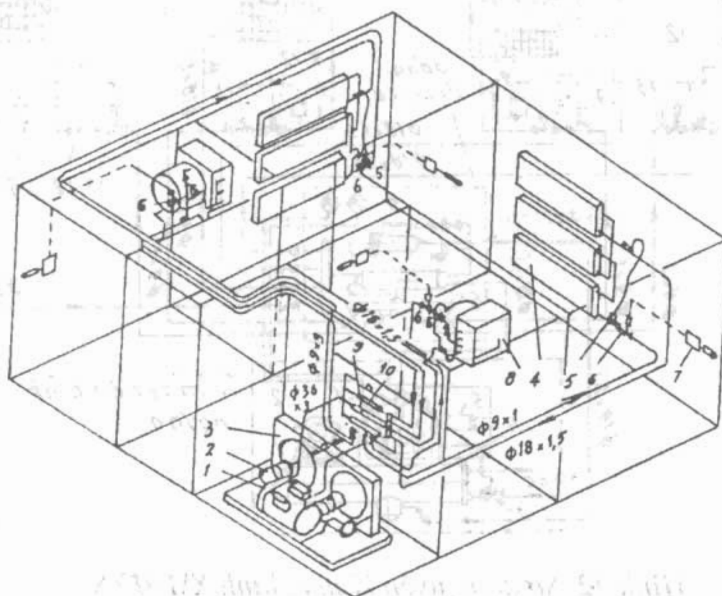
Hình 22. Sơ đồ nguyên lý máy lạnh XM-ΦY8

1. Máy nén; 2. Động cơ; 3. Van điều chỉnh nước làm mát; 4. Bình ngưng; 5. Rơle áp suất; 6. Hồi nhiệt; 7. Phin sấy lọc; 8. Van điện từ; 9. Thermostat; 10. Dàn lạnh tĩnh PCH-12,5C; 12. Van tiết lưu nhiệt; 13. Van điện từ; 14. Dàn quạt

Áp suất ngưng tụ của môi chất lạnh trong bình ngưng cũng được điều chỉnh nhờ van điều chỉnh nước. Van điều chỉnh lấy tín hiệu áp suất từ đầu đẩy. Khi áp suất đầu đẩy (ngưng tụ) quá cao, cửa van tự động mở to ra cho nước vào nhiều hơn. Khi áp suất đầu đẩy xuống quá thấp van tự động khép lại. Trong nhiều trường hợp, để tiết kiệm nước người ta còn lắp thêm một van điện từ trên đường cấp nước vào bình ngưng. Van điện từ mở khi máy nén hoạt động và đóng lại khi máy nén nghỉ.

Trong điều kiện Việt Nam, việc cấp nước thường xuyên cho máy nén nhiều khi gặp khó khăn. Nhiều cơ sở phải sử dụng nước tuần hoàn, nghĩa là phải có bể nước và tháp làm mát nước, bơm nước và hệ thống đường ống dẫn, dàn phun đi kèm. Đối với máy lạnh nhỏ, điều đó gây tổn phí, cồng kềnh... Nhiều cơ sở đã chọn phương án dùng dàn ngưng quạt (giải nhiệt bằng không khí) thay cho bình ngưng làm mát bằng nước, tuy hiệu suất lạnh kém hơn nhưng thiết bị đơn giản hơn và phù hợp với những nơi không đủ nước làm mát.

Hình 23 giới thiệu sơ đồ không gian của máy lạnh XMBΦYBC-12 (12,000 kcal/h) dùng dàn ngưng quạt. Máy cấp lạnh cho bốn buồng với bốn chế độ nhiệt độ khác nhau.



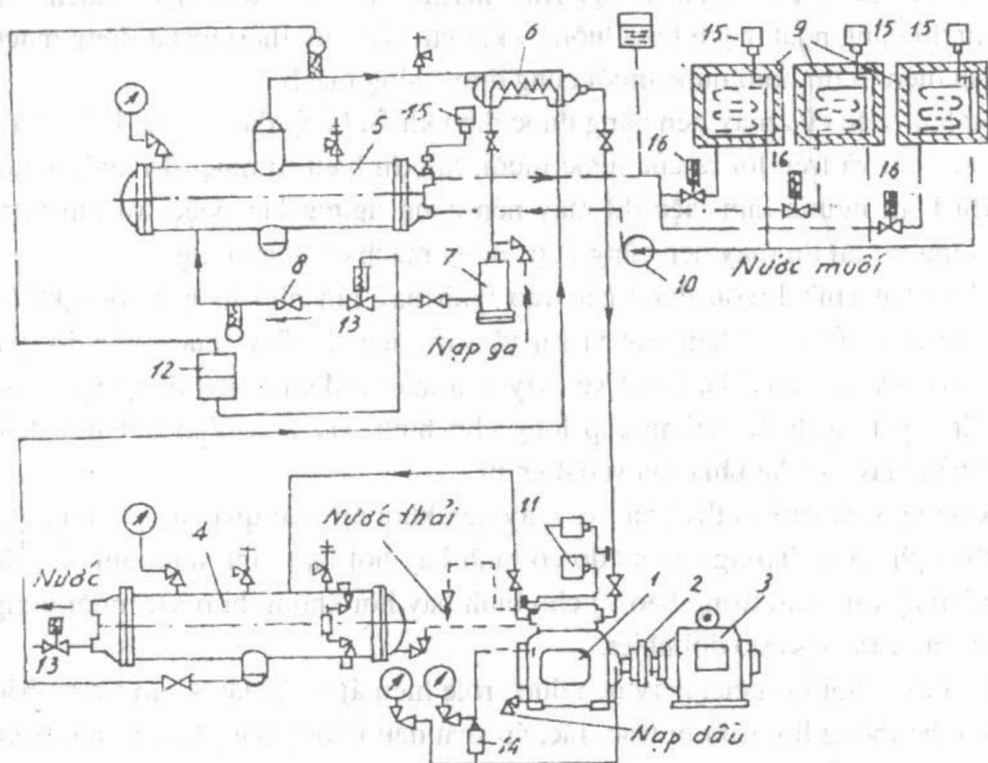
Hình 23. Sơ đồ máy lạnh nhỏ bốn buồng bốn nhiệt độ

1. Máy nén; 2. Bình chứa; 3. Dàn ngưng quạt; 4. Dàn lạnh tĩnh;
5. Van tiết lưu. 6. Van điện từ; 7. Thermostat; 8. Dàn lạnh quạt;
9. Hồi nhiệt; 10. Phin sấy lọc

3. Sơ đồ hệ thống lạnh cỡ trung và dạng tổ hợp

Do những ưu điểm về lắp đặt, vận hành dễ dàng, độ tin cậy và tuổi thọ cao nên phần lớn các hệ thống lạnh cỡ trung được lắp ráp ở dạng tổ hợp.

Có hai dạng tổ hợp hay gặp nhất là tổ máy nén bình ngưng và tổ hợp lạnh hoàn chỉnh làm lạnh trực tiếp hoặc gián tiếp qua chất tải lạnh. Các dạng tổ hợp đặc biệt được sử dụng khi các loại máy nén là loại đặc chủng như máy nén trục vít, máy nén ly tâm.



Hình 24. Hệ thống lạnh kiểu tổ hợp làm lạnh chất tải lạnh XM22

1. Máy nén; 2. Khớp nối; 3. Động cơ; 4. Bình ngưng; 5. Bình bay hơi; 6. Hồi nhiệt; 7. Phin sấy lọc; 8. Van tiết lưu; 9. Buồng lạnh; 10. Bơm nước muối; 11. Rơle áp suất; 12. Bộ điều chỉnh cấp lỏng cho dàn bay hơi; 13. Van điện từ; 14. Rơle hiệu áp suất dầu; 15. Thermostat; 16. Van điện từ buồng lạnh

Các tổ hợp lạnh trực tiếp thường là các loại máy lạnh dùng cho một hộ tiêu thụ lạnh như các tổ lạnh dùng trên ôtô, tàu hoả và tàu thuỷ lạnh. Các tổ

hợp gián tiếp dùng cho nhiều hộ tiêu thụ như các kho lạnh hoặc điều hoà không khí.

Hình 24 giới thiệu sơ đồ đặc trưng của hệ thống lạnh dùng chất tải lạnh, máy nén ΦB22, ΦYY45, ΦYY90 năng suất lạnh 22,000; 45,000 và 90,000 kcal/h với các thiết bị tự động điều khiển, điều chỉnh và bảo vệ, môi chất R22.

Nhiệt độ trong buồng lạnh được điều chỉnh theo cách thermostat đóng ngắt van điện từ cấp nước muối lạnh cho buồng lạnh. Các thermostat cùng điều khiển bơm nước muối hoạt động. Khi thermostat cuối cùng ngắt mạch van điện từ thì cũng ngắt mạch bơm luôn và khi chỉ cần một thermostat đóng mạch mở van điện từ thì bơm nước muối cũng được đóng mạch.

Sự làm việc của máy nén cũng được điều khiển bằng thermostat bố trí trên trạm tiết lưu và trên lối ra của nước muối, lấy tín hiệu từ nhiệt độ nước muối ra. Khi bơm ngừng làm việc thì máy nén cũng ngừng làm việc, và khi bơm hoạt động trở lại thì máy nén cũng được đóng mạch để hoạt động.

Môi chất lạnh Frêôn được cấp vào bình bay hơi nhờ tổ hợp điều khiển nhiệt độ hai tiếp điểm bán dẫn vi sai và van điện từ. Tuỳ thuộc vào độ quá nhiệt của hơi môi chất lạnh hút về máy nén mà bộ điều khiển đóng ngắt van điện từ cấp lỏng hoặc ngừng cấp lỏng cho bình bay hơi. Van tiết lưu điều khiển bằng tay lắp đặt phía sau van điện từ.

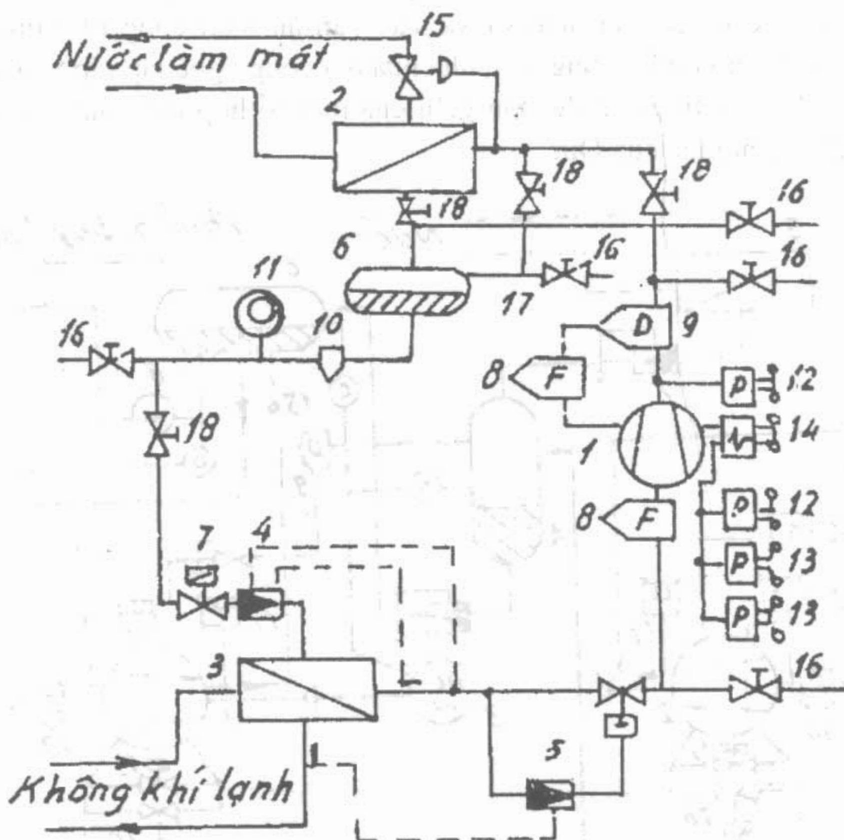
Rơle áp suất cao và thấp bảo vệ máy nén khỏi áp suất quá cao phía đẩy và quá thấp phía hút. Trong các sơ đồ có bình bay hơi làm lạnh nước muối, rơle áp suất thấp rất quan trọng bảo vệ cho bình bay hơi không bị nước muối đóng băng trong các ống trao đổi nhiệt.

Hệ thống bôi trơn của máy nén được rơle hiệu áp suất dầu kiểm tra và bảo vệ. Nếu hệ thống bôi trơn bị trục trặc, áp suất dầu không đạt yêu cầu bôi trơn. thiết bị sẽ tác động ngừng máy nén.

Để tiết kiệm nước làm mát bình ngưng, người ta bố trí van điều chỉnh lưu lượng nước và van điện từ. Van điều chỉnh nước dùng để điều chỉnh áp suất ngưng tụ và van điện từ để đóng hoặc mở nước đồng thời với sự hoạt động của máy nén.

Hình 25 giới thiệu sơ đồ hệ thống lạnh một cấp dùng cho điều hoà không khí trên tàu thuỷ. Năng suất lạnh của máy Q_0 = 150 kW, nhiệt độ không khí ra là 11^{0}C, nhiệt độ ngưng tụ là 40^{0}C. Máy nén pittông được trang bị các thiết bị bảo vệ 12 đến 14. Áp suất ngưng tụ được giữ ổn định nhờ van điều chỉnh tự

động nước. Nếu có thiết bị lắp song song có thể nối chung đường từ bình chứa ra van. Van tiết lưu nhiệt cân bằng ngoài điều chỉnh cấp lỏng cho dàn bay hơi.



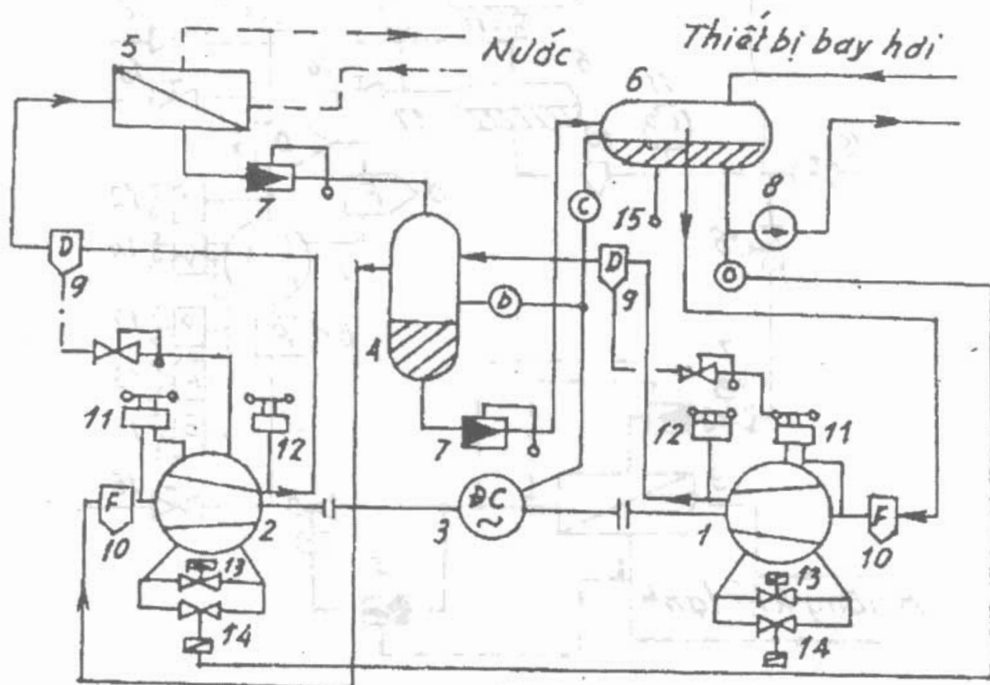
Hình 25. Sơ đồ máy lạnh một cấp điều hoà không khí trên tàu thuỷ của Đức

1. Máy nén; 2. Bình ngưng ống chùm; 3. Dàn bay hơi; 4. Van tiết lưu; 5. Bộ điều chỉnh áp suất hút (Gồm một van chính và một van điều khiển); 6. Bình chứa; 7. Van điện từ; 8. Phin lọc; 9. Bình tách dầu; 10. Phin sấy; 11. Mắt ga; 12. Rơle áp suất; 13. Bộ điều khiển năng suất lạnh; 14. Rơle áp suất dầu; 15. Van điều chỉnh nước tự động; 16. Đường nối với tổ dự phòng hoặc song song; 17. Đường cân bằng áp suất; 18. Van chặn

Để đạt được nhiệt độ ổn định của không khí lạnh ra, người ta sử dụng bộ điều chỉnh áp suất hút gồm một van chính lắp trên đường hút và một van điều

chỉnh lấy tín hiệu nhiệt độ không khí ra để điều chỉnh áp suất hút. Van điện từ 7 mở khi máy nén hoạt động và đóng khi máy nén ngừng hoạt động. Trên sơ đồ không biểu diễn các van chặn, các vị trí lắp nhiệt kế, áp kế chỉ thị các thông số làm việc, các ống dẫn nạp và xả, các van an toàn cũng như bình xả khí không ngưng cho bình ngưng và bình chứa mà công nghệ lắp ráp yêu cầu.

Hình 26 giới thiệu sơ đồ đơn giản của một tổ hợp lạnh hai cấp nén, môi chất lạnh là amôniăc của Đức.

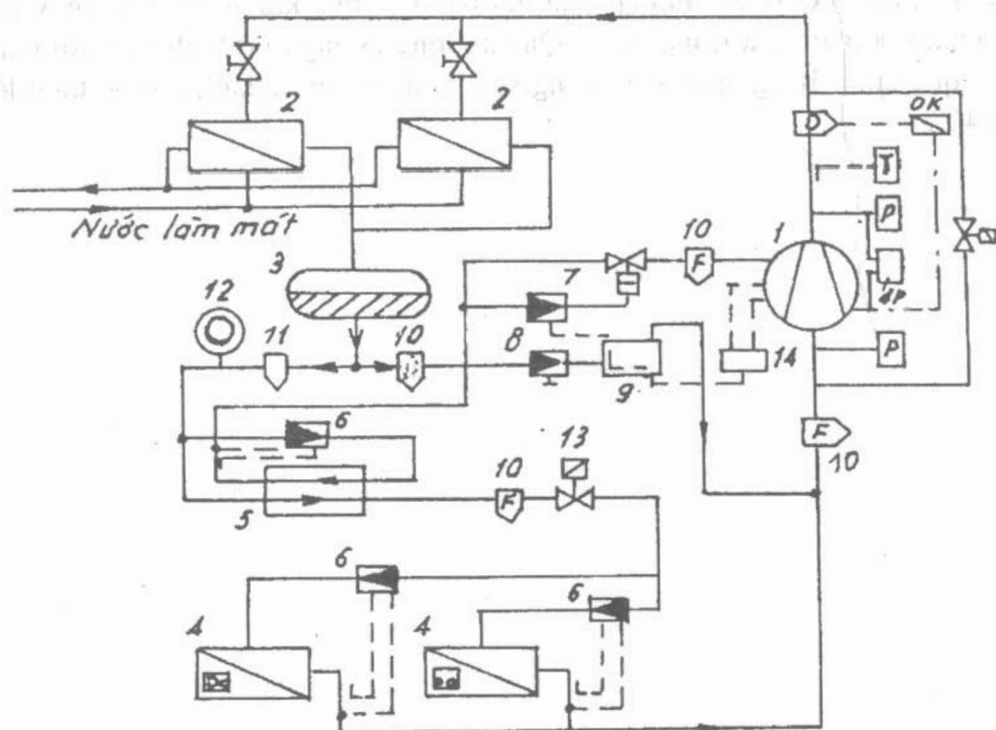


Hình 26. Sơ đồ đơn giản tổ hợp máy nén bình ngưng NH_3, 2 cấp nén

1. Máy nén hạ áp; 2. Máy nén cao áp; 3. Động cơ; 4. Bình trung gian; 5. Bình ngưng; 6. Bình tách lỏng; 7. Van tiết lưu kiểu phao áp suất cao; 8. Bơm tuần hoàn NH_3; 9. Bình tách dầu và thiết bị hồi dầu; 10. Phin lọc; 11. Rơle áp suất dầu; 12. Rơle áp suất cao; 13. Van khởi động; 14. Van điện từ để điều chỉnh năng suất lạnh; 15. Xả dầu và nạp môi chất

Đây là tổ hợp hoàn chỉnh, khi mua về chỉ cần nối với các dàn bay hơi là máy có thể hoạt động được ngay. Tổ hợp có năng suất lạnh từ 65 đến 220 kW ở nhiệt độ -30^{0}C hoặc 25 đến 95 kW ở nhiệt độ -45^{0}C/+35^{0}C.

Hình 27 giới thiệu sơ đồ máy lạnh trục vít của Đức dùng cho các tàu đánh cá lớn. Năng suất lạnh Q_0 = 130 kW, nhiệt độ sôi - 40^{0}C, nhiệt độ ngưng 36^{0}C, nhiệt độ môi chất ở bình quá lạnh từ - 15^{0}C đến - 20^{0}C, nhiệt độ bay hơi ở bình quá lạnh - 25^{0}C. Nhiệt độ bay hơi thấp hơn nhiệt độ môi chất lỏng quá lạnh khoảng 5^{0}K.



Hình 27. Máy lạnh có máy nén trục vít dùng cho tàu đánh cá

1. Máy nén trục vít với các thiết bị bảo vệ nhiệt độ, áp suất, hiệu áp suất dầu 0,2Mpa, bình tách dầu/bình làm mát dầu, OK và cơ cấu hồi dầu để bôi trơn ổ đỡ và để tràn dầu, đường chảy tràn với van an toàn kiểu lò xo; 2. Bình ngưng ống chùm; 3. Bình chứa; 4. Dàn lạnh quạt; 5. Bình quá lạnh; 6. Van tiết lưu nhiệt cân bằng ngoài; 7. Bộ điều chỉnh áp suất hút; 8. Van tiết lưu tay; 9. Bình đo nhiệt độ để tạo ra nhiệt độ tương ứng với áp suất hút; 10. Phin lọc; 11. Phin sấy; 12. Chỉ thị độ ẩm; 13. Van điện từ; 14. Bộ điều chỉnh điện tử

Ở chế độ lạnh bình thường, môi chất lạnh sau khi qua máy nén sẽ đi vào bình ngưng, bình chứa, dàn lạnh. Năng suất của máy lạnh được điều chỉnh qua

bình đo nhiệt độ (bình bay hơi phụ) và bộ điều chỉnh nhiệt độ đi kèm. Tại bình đo nhiệt độ có bố trí một đầu cảm nhiệt để nhận tín hiệu nhiệt độ tỷ lệ tương ứng với áp suất bay hơi. Bộ điều chỉnh ba điểm này điều khiển một hệ van trong hệ thống thuỷ lực điều chỉnh năng suất máy nén.

Chỉ khi nhiệt độ bay hơi tăng lên, nghĩa là cần phải tăng năng suất lạnh của máy, thì thiết bị tiết lưu áp suất hút bắt đầu điều khiển nâng tải máy nén (cho hút hơi ở áp suất trung gian). Qua đó lỏng ngưng tụ ở bình trao đổi nhiệt được quá lạnh. Bằng cách này, năng suất lạnh của máy lạnh có thể tăng lên đến 40%.

Chương 4

TÍNH TOÁN CHU TRÌNH LẠNH MỘT CẤP VÀ TÍNH CHỌN MÁY, THIẾT BỊ LẠNH

Mục tiêu

Xác định được giá trị chính xác các thông số của chế độ làm việc trong chu trình làm lạnh cho một kho lạnh cụ thể khi đã biết loại sản phẩm cần làm lạnh và công suất yêu cầu.

Tính chính xác công suất của máy nén và các thiết bị khác trong hệ thống lạnh.

Chọn được loại thiết bị phù hợp.

Nội dung tóm tắt

- Chọn các thông số nhiệt độ của chế độ làm việc.

- Xây dựng chu trình làm việc theo các thông số đã chọn và tính toán năng suất lạnh; công nén riêng.

- Xác định số lượng, chủng loại máy nén, công suất lắp đặt của động cơ điện.

- Tính toán diện tích trao đổi nhiệt của thiết bị ngưng tụ, xác định lưu lượng của chất làm mát.

- Tính toán diện tích trao đổi nhiệt thiết bị bay hơi, xác định lưu lượng của chất tải lạnh.

- Tính chọn các thiết bị phụ phù hợp công suất của hệ thống.

- Tính chọn tháp giải nhiệt phù hợp công suất của thiết bị ngưng tụ.

- Tính chọn đường ống phù hợp công suất của hệ thống.

- Tính chọn bơm nước và chất tải lạnh phù hợp công suất của các thiết bị trao đổi nhiệt.

- Tính chọn quạt phù hợp công suất của hệ thống.

I. CHỌN CÁC THÔNG SỐ CỦA CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC

Chế độ làm việc của một hệ thống lạnh được đặc trưng bằng bốn nhiệt độ sau:

- Nhiệt độ sôi của môi chất lạnh t_0.
- Nhiệt độ ngưng tụ của môi chất lạnh t_k.
- Nhiệt độ quá lạnh của môi chất lỏng trước van tiết lưu t_{ql}.
- Nhiệt độ hơi hút về máy nén (nhiệt độ quá nhiệt) t_{qn}.

1. Nhiệt độ sôi của môi chất lạnh

Nhiệt độ sôi của môi chất lạnh dùng để tính toán thiết kế có thể lấy bằng

$$t_0 = t_b - \Delta t_0$$

t_b - Nhiệt độ buồng lạnh

Δt_0 - Hiệu nhiệt độ yêu cầu

Đối với dàn bay hơi trực tiếp, nhiệt độ bay hơi lấy thấp hơn nhiệt độ buồng 8 - 13^{0}C. Để không phải đưa thêm nhiệt độ bổ sung, đối với một số buồng riêng biệt (khi cần duy trì độ ẩm thấp) người ta lấy hiệu nhiệt độ đến 15^{0}C. Nhưng cũng có trường hợp (khi cần duy trì độ ẩm cao) hiệu nhiệt độ chỉ là 5^{0}C đến 6^{0}C. Hiệu nhiệt độ càng lớn thì độ ẩm tương đối trong buồng càng thấp. Đối với nhiệt độ sôi thấp hơn -25^{0}C cũng có thể sử dụng hiệu nhiệt độ đó, kể cả buồng đặc biệt để bảo quản trứng, hoa quả. Khi bảo quản dài ngày hoa quả có thể chọn hiệu nhiệt độ từ 3 - 4^{0}C.

Đối với các thiết bị lạnh thương nghiệp và đời sống nên chọn hiệu nhiệt độ lớn hơn đến 15^{0}C - 19^{0}C do diện tích bề mặt dàn bay hơi nhỏ, hệ số truyền nhiệt cũng nhỏ.

Hiệu nhiệt độ tối ưu trong nhiều trường hợp là $\Delta t_0 = 8^0C - 13^0C$

Trong các hệ thống lạnh gián tiếp, nhiệt độ sôi của môi chất lạnh lấy thấp hơn nhiệt độ nước muối từ 5 - 6^{0}C và nhiệt độ nước muối thấp hơn nhiệt độ buồng lạnh từ 8^{0}C đến 10^{0}C.

2. Nhiệt độ ngưng tụ của môi chất lạnh

Nhiệt độ ngưng tụ của môi chất lạnh phụ thuộc vào nhiệt độ của môi trường làm mát của thiết bị ngưng tụ. Nếu thiết bị ngưng tụ làm mát bằng nước:

$$t_k = t_{w2} + \Delta t_k$$

t_{w2} - Nhiệt độ nước ra khỏi bình ngưng

Δt_k - Hiệu nhiệt độ ngưng tụ yêu cầu, thường chọn $\Delta t_k = 3 \div 5^0C$

Trong một vài trường hợp người ta lấy chuẩn là nhiệt độ trung bình của nước khi vào và ra khỏi bình ngưng, hiệu nhiệt độ lấy bằng $4^0 \div 6^0C$ (5^0C).

Chọn hiệu nhiệt độ ngưng tụ thực ra là một bài toán tối ưu về kinh tế để đạt giá thành một đơn vị lạnh là rẻ nhất. Nếu hiệu nhiệt độ ngưng tụ nhỏ, nhiệt độ ngưng thấp, năng suất lạnh tăng, điện năng tiêu tốn nhỏ nhưng tiêu hao nhiều nước và nếu giá thành nước lớn thì chi phí sẽ lớn.

Với máy lạnh Frêôn nên chọn hiệu nhiệt độ lớn gấp hai lần máy Amôniăc.

Nhiệt độ nước đầu vào và đầu ra chênh nhau $2 \div 6^0C$ và phụ thuộc vào kiểu bình ngưng. $t_{w2} = t_{w1} + (2 \div 6)^0C$

t_{w1} - Nhiệt độ nước vào bình ngưng

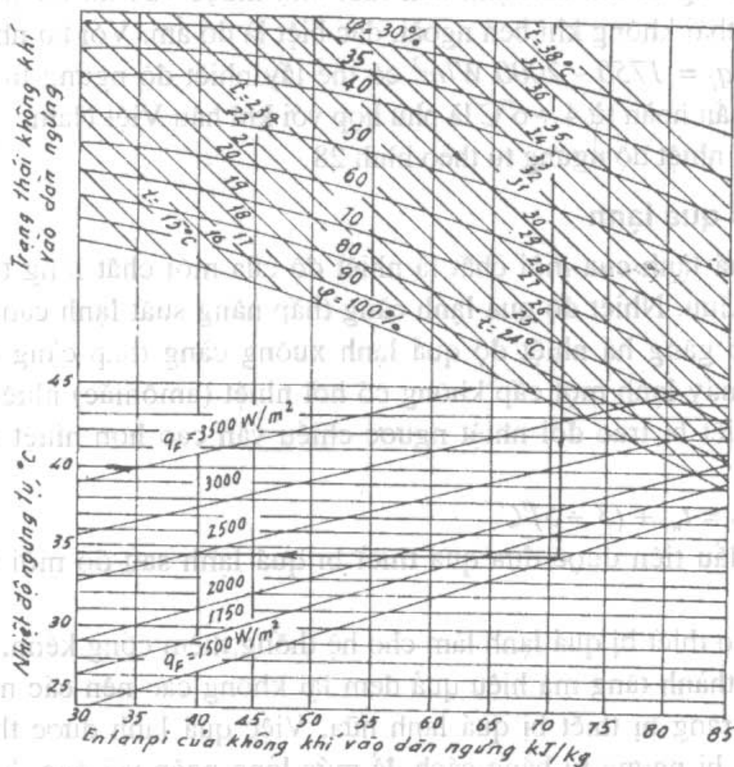
t_{w2} - Nhiệt độ nước ra khỏi bình ngưng

Đối với bình ngưng ống vỏ nằm ngang chọn $\Delta t_w = t_{w2} - t_{w1} = 5\ ^0C$

Đối với các thiết bị lạnh thương nghiệp và dân dụng chọn $\Delta t_w = 8 \div 10\ ^0C$

Nhiệt độ nước vào bình ngưng phụ thuộc vào điều kiện môi trường.

Khi sử dụng nước tuần hoàn qua tháp giải nhiệt, lấy nhiệt độ nước vào bình ngưng cao hơn nhiệt độ nhiệt kế ướt 3 - 4^0C.



Hình 28. Đồ thị xác định nhiệt độ ngưng tụ cho dàn ngưng tưới

Ví dụ: Từ nhiệt độ không khí là 30^0C và độ ẩm 60% dóng xuống gặp đường nhiệt tải riêng $q_f = 1500W/m^2$, dóng ngang sẽ tìm được nhiệt độ ngưng tụ $t_k = 34,6^0C$. Trường hợp các số liệu đã cho có điểm cắt nằm ngoài đồ thị có thể dùng phương pháp nội suy để xác định t_k. Thuận tiện nhất là xác định entanpi của không khí theo đồ thị h - d rồi kéo dài đường q_f để xác định t_k.

Nước giếng và nước thành phố chỉ sử dụng một lần.

- Nước giếng khoan lấy bằng nhiệt độ trung bình năm.
- Nước thành phố lấy cao hơn nhiệt độ trung bình năm từ 3 - 4^0C nếu là nước giếng ngầm, bằng nhiệt độ nhiệt kế ướt nếu lấy nước mặt (sông, hồ...)

Đối với dàn ngưng giải nhiệt bằng không khí, hiệu nhiệt độ trung bình giữa môi chất ngưng tụ và không khí từ $10 \div 15^0C$.

Nhiệt độ không khí vào, ra có độ chênh từ $6 \div 9^0C$ đối với các dàn ngưng amôniăc của các máy lạnh lớn và khoảng $3 \div 4^0C$ với các máy lạnh frêôn nhỏ.

Với các dàn ngưng tưới nhiệt độ nước giữ nguyên và có thể lấy bằng nhiệt độ nước tuần hoàn (lớn hơn t_u khoảng $3 \div 4^0C$).

Nhiệt độ ngưng tụ khi sử dụng dàn tưới phụ thuộc vào tải nhiệt của dàn ngưng và trạng thái không khí bên ngoài, đặc biệt là độ ẩm. Với tải nhiệt riêng của dàn ngưng $q_f = 1750 - 2000\ W/m^2$ có thể lấy nhiệt độ ngưng tụ cao hơn nhiệt độ nước tuần hoàn từ $4 \div 6^0C$ là phù hợp với khí hậu Việt Nam.

Có thể chọn nhiệt độ ngưng tụ theo hình 28

3. Nhiệt độ quá lạnh

Nhiệt độ quá lạnh của môi chất là nhiệt độ của môi chất lỏng trước khi vào thiết bị tiết lưu. Nhiệt độ quá lạnh càng thấp năng suất lạnh càng lớn, vì vậy người ta cố gắng hạ nhiệt độ quá lạnh xuống càng thấp càng tốt. Tuy nhiên, đối với máy lạnh một cấp không có hồi nhiệt (amôniăc) nhiệt độ quá lạnh khi qua thiết bị trao đổi nhiệt ngược chiều vẫn cao hơn nhiệt độ nước vào từ 3 - 5^0C.

$$t_{ql} = t_{w1} + (3 \div 5)^0C$$

Nước mới đầu tiên được đưa qua thiết bị quá lạnh sau đó mới đưa vào dàn ngưng.

Ngày nay, do thiết bị quá lạnh làm cho hệ thống thêm cồng kềnh, tiêu tốn vật tư tăng, giá thành tăng mà hiệu quả đem lại không cao nên các máy lạnh hầu hết không trang bị thiết bị quá lạnh nữa. Việc quá lạnh được thực hiện ngay trong thiết bị ngưng tụ bằng cách để mức lỏng ngập vài ống dưới cùng của dàn ống trong bình ngưng ống chùm. Nước cấp vào bình sẽ đi qua các ống

này trước để quá lạnh môi chất lỏng sau đó mới đi lên các ống trên để ngưng tụ môi chất.

Thiết bị lạnh frêôn cũng không được trang bị thiết bị quá lạnh. Việc quá lạnh ở đây được thực hiện trong bình hồi nhiệt, giữa môi chất lỏng nóng trước khi vào van tiết lưu và hơi lạnh ở bình bay hơi ra trước khi vào máy nén.

4. Nhiệt độ hơi hút

Là nhiệt độ của hơi môi chất trước khi vào máy nén. Nhiệt độ hơi hút bao giờ cũng lớn hơn nhiệt độ sôi của môi chất.

Để đảm bảo máy nén không hút phải lỏng, người ta bố trí bình tách lỏng và phải đảm bảo hơi môi chất hút vào máy nén nhất thiết phải là hơi quá nhiệt. Độ quá nhiệt ở từng loại máy nén và từng loại môi chất là khác nhau.

Với môi chất là amôniăc, nhiệt độ hơi hút cao hơn nhiệt độ sôi từ 5^0C đến 15^0C, nghĩa là độ quá nhiệt hơi hút này có thể đảm bảo an toàn cho máy nén khi làm việc.

$$t_h = t_0 + (5 \div 15)^0C$$

Sự quá nhiệt hơi hút trong máy nén amôniăc đạt được bằng ba cách:

- Quá nhiệt ngay trong dàn lạnh khi sử dụng các loại van tiết lưu nhiệt.
- Quá nhiệt nhờ hoà trộn thêm với hơi nóng trên đường về máy nén.
- Quá nhiệt do tổn thất lạnh trên đường ống từ thiết bị bay hơi về máy nén.

Do nhiệt độ cuối tầm nén của amôniăc cao nên độ quá nhiệt nhỏ là tốt. Trong điều kiện vận hành tại Việt Nam nên chọn bình tách lỏng hiệu quả cao để giảm độ quá nhiệt hơi hút đến giá trị thấp nhất.

Đối với máy nén frêôn do nhiệt độ cuối tầm nén thấp nên độ quá nhiệt hơi hút có thể rất cao. Trong các máy frêôn độ quá nhiệt của hơi hút đạt được trong thiết bị hồi nhiệt.

Với môi chất R12 độ quá nhiệt hơi hút đến 30^0C.

Với môi chất R22 độ quá nhiệt hơi hút khoảng 25^0C.

Đặc biệt với môi chất R22 khi sôi ở nhiệt độ thấp không nên chọn độ quá nhiệt quá lớn.

Trong những máy nén kín và nửa kín, hơi frêôn hút về còn được quá nhiệt khi làm mát cho cuộn dây của động cơ nhưng trường hợp này không xét đến.

II. XÂY DỰNG CÁC CHU TRÌNH LÀM VIỆC VÀ TÍNH TOÁN

Các chu trình máy lạnh nén hơi đã được giới thiệu kỹ trong các giáo trình Kỹ thuật lạnh cơ sở. Trong giáo trình này chỉ đi vào các chu trình cơ

bản có ứng dụng nhiều trong thực tế, đó là xây dựng và tính toán các chu trình một cấp.

1. Chu trình một cấp amôniăc

1.1. Sơ đồ và chu trình trên đồ thị nhiệt động

Hình 29 mô tả sơ đồ đơn giản nhất của hệ thống lạnh một cấp hay được sử dụng cho môi chất amôniăc.

Hệ thống lạnh hoạt động như sau: Hơi môi chất sinh ra ở thiết bị bay hơi được máy nén hút về và nén lên áp suất cao đẩy vào thiết bị ngưng tụ. Tại bình ngưng tụ hơi môi chất thải nhiệt cho nước và ngưng lại thành lỏng và tiếp tục được làm lạnh. Lỏng có áp suất cao đi qua van tiết lưu vào bình bay hơi. Trong bình bay hơi lỏng môi chất sôi ở áp suất thấp và nhiệt độ thấp thu nhiệt của môi trường lạnh. Hơi lại được hút về máy nén, khép kín vòng tuần hoàn của môi chất.

Sự thay đổi trạng thái môi chất trong chu trình như sau:

1'-1 - Quá nhiệt hơi hút

1-2 - Nén đoạn nhiệt hơi hút từ p_0 lên p_k; $s_1 = s_2$

2-2' - Làm mát đẳng áp hơi môi chất từ trạng thái quá nhiệt xuống trạng thái bão hoà.

2'-3' - Ngưng tụ môi chất đẳng áp và đẳng nhiệt

3'-3 - Quá lạnh môi chất lỏng đẳng áp ở ngay trong bình ngưng

3-4 - Tiết lưu ở van tiết lưu $h_3 = h_4$ (entanpi trước và sau không đổi)

4-1' - Quá trình bay hơi trong bình bay hơi đẳng áp và đẳng nhiệt ở p_0, t_0

Phương pháp xác định các điểm nút trong chu trình trên đồ thị *lgP-h*

Điểm *3'* - Giao điểm của p_k và $x = 0$ (bão hoà lỏng)

Điểm *3* - Giao điểm của p_k và nhiệt độ quá lạnh t_{ql}

Điểm *4* - Giao điểm của p_0 và h_3 vì quá trình tiết lưu $h_3 = h_4$

Điểm *1'* - Giao điểm của p_0 và $x = 1$ (bão hoà khô)

Điểm *1* - Giao điểm của p_0 và t_{qn} (nhiệt độ quá nhiệt)

Điểm *2* - Giao điểm của p_k và $s_1 = s_2$

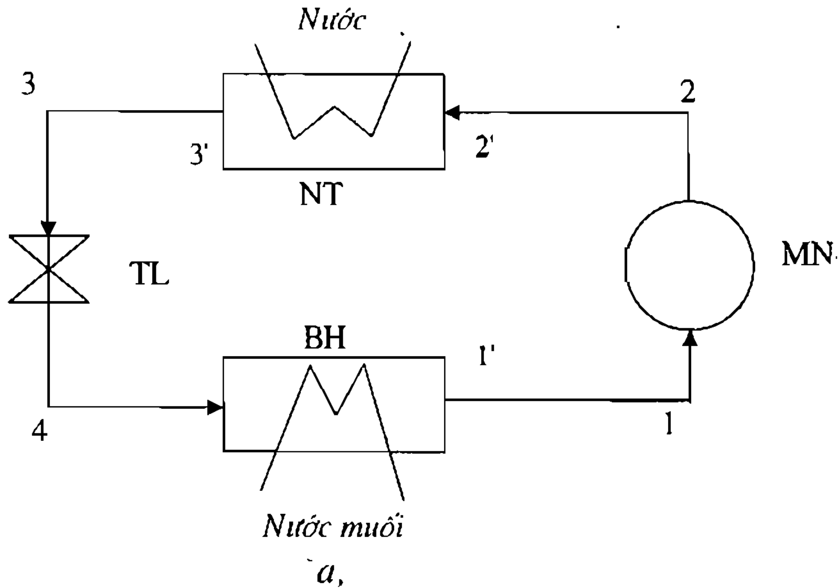
Đặc điểm của các quá trình trong chu trình là:

- Quá trình *4 - 1'*: Bay hơi thu nhiệt của môi trường lạnh, sản xuất lạnh đáp ứng mục tiêu của hệ thống.

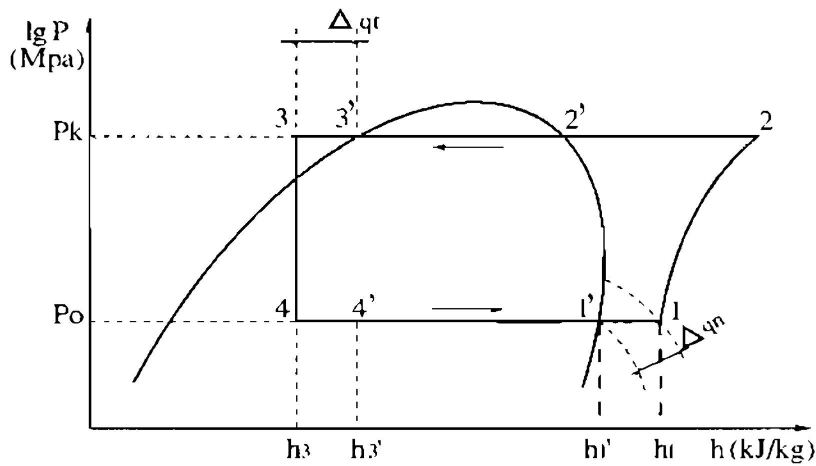
- Quá trình *1' - 1*: Quá trình quá nhiệt hơi hút

- Quá trình *1 - 2*: Quá trình nén hơi môi chất trong máy nén, quá trình nén tiêu thụ công nén do động cơ cung cấp.

- Quá trình làm mát, ngưng tụ và quá lạnh xảy ra trong bình ngưng tụ kết hợp với thải nhiệt cho nước làm mát.



a,



b,

Hình 29. Chu trình một cấp amôniăc

a. Sơ đồ. MN. Máy nén; NT. Ngưng tụ
TL. Tiết lưu; BH. Bay hơi
b. Chu trình trên đồ thị lgP-h

Tên gọi các nhiệt độ ở các điểm nút như sau:

$t_1 = t_h$ - nhiệt độ hơi hút về máy nén, $t_1 = t_{qn}$

$t_{1'} = t_0$ - nhiệt độ sôi của môi chất trong dàn bay hơi, $t_{1'} = t_4 = t_0$

t_2 - nhiệt độ cuối tầm nén.

$t_{2'}$ - nhiệt độ bão hoà của môi chất trong bình ngưng tụ, $t_{2'} = t_k$

$t_{3'}$ - nhiệt độ lỏng bão hoà của môi chất trong bình ngưng tụ, $t_{3'} = t_k$

t_3 - nhiệt độ quá lạnh lỏng, $t_3 = t_{ql}$

1.2. Tính toán chu trình

Trước khi xác định các đại lượng của chu trình cần phải xác định được:

- Môi chất lạnh sử dụng trong chu trình
- Thiết lập được chu trình trên đồ thị lgP - h theo sơ đồ thích hợp

Các đại lượng chính cần xác định trên đồ thị là:

a. Các thông số trạng thái cơ bản ở các điểm nút của chu trình

Thông số / Điểm nút	t; ^{0}C	p; MPa	h; kJ/kg	v; m^3/kg
1'				
1				
2				
3'				
3				
4				

Để có thể tính toán các đại lượng tiếp theo như nhiệt độ, áp suất, entanpi và thể tích riêng. Sau đó lập thành bảng để ghi các kết quả tra từ đồ thị hoặc từ bảng hơi áp suất bão hoà của môi chất:

b. Năng suất lạnh riêng q_0 (kJ/kg) là năng suất lạnh của một kg môi chất lạnh lỏng ở áp suất cao và nhiệt độ cao tạo ra khi qua van tiết lưu và bay hơi hết trong thiết bị bay hơi thành hơi bão hoà khô ở nhiệt độ và áp suất bay hơi.

$q_0 = h_{1'} - h_4$; kJ/kg (40)

$h_{1'}$ - Entanpi của hơi bão hoà khi ra khỏi thiết bị bay hơi

h_4 - Entanpi của môi chất sau khi qua thiết bị tiết lưu

c. Năng suất lạnh riêng thể tích q_v (kJ/m³)

$$q_v = \frac{q_0}{v_1}\ ;\ kJ/m^3 \qquad (41)$$

v - Thể tích riêng của hơi hút về máy nén

d. Công nén riêng l (kJ/kg) là công lý thuyết mà máy nén phải sinh ra để nén 1 kg hơi môi chất theo quá trình đoạn nhiệt từ p_0 lên p_k

$$l = h_2 - h_1\ ;\ kJ/kg \qquad (42)$$

h_1 - Entanpi của hơi vào máy nén

h_2 - Entanpi của hơi quá nhiệt ra khỏi máy nén

e. Năng suất nhiệt riêng q_k (kJ/kg) là lượng nhiệt mà 1 kg môi chất thải ra cho nước hoặc không khí làm mát để ngưng tụ và quá lạnh trong thiết bị ngưng tụ.

$$q_k = h_2 - h_3\ ;\ kJ/kg \qquad (43)$$

h_3 - Entanpi của lỏng khi ra khỏi bình ngưng

h_2 - Entanpi của hơi qua nhiệt ra khỏi máy nén

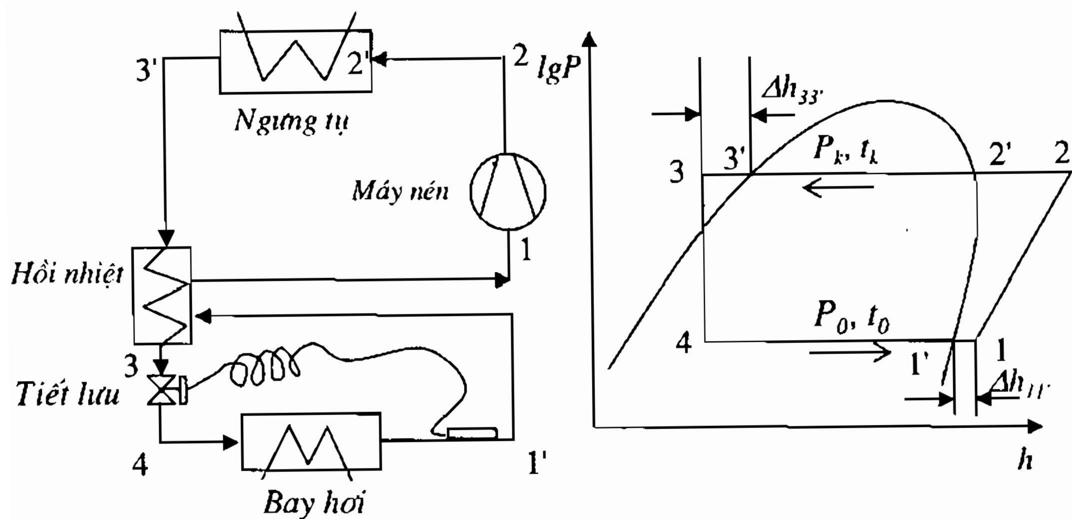
g. Hệ số lạnh của chu trình ε là tỷ số giữa năng suất lạnh đạt được trên công tiêu tốn cho chu trình

$$\varepsilon = \frac{q_0}{l} \qquad (44)$$

2. Chu trình một cấp frêôn

2.1. Sơ đồ và chu trình trên đồ thị nhiệt động

Chu trình máy lạnh một cấp frêôn hoạt động như sau: Hơi môi chất sinh ra ở thiết bị bay hơi được quá nhiệt sơ bộ (do van tiết lưu nhiệt) đi vào thiết bị hồi nhiệt, thu nhiệt của chất lỏng nóng, quá nhiệt đến nhiệt độ t_1 rồi được hút vào máy nén. Qua máy nén được nén đoạn nhiệt lên trạng thái 2 và được đẩy vào bình ngưng tụ. Trong bình ngưng tụ, hơi thải nhiệt cho nước làm mát, ngưng lại thành lỏng và được quá lạnh một ít. Độ quá lạnh ở đây nhỏ nên có thể bỏ qua. Lỏng được dẫn vào bình hồi nhiệt. Trong bình hồi nhiệt lỏng thải nhiệt cho hơi lạnh vừa ở bình bay hơi ra và nhiệt độ hạ từ $t_{3'}$ xuống t_3 sau đó đi vào van tiết lưu và được tiết lưu xuống trạng thái 4 và được đẩy vào thiết bị bay hơi. Trong thiết bị bay hơi, lỏng bay hơi thu nhiệt của môi trường lạnh. Hơi lạnh sinh ra được máy nén hút về sau khi đi qua thiết bị hồi nhiệt, khép kín vòng tuần hoàn.



Hình 30. Sơ đồ có hồi nhiệt của chu trình frêôn một cấp và chu trình trên đồ thị lgP-h

Chu trình của frêôn có khác biệt với chu trình của amôniăc chỉ là sự quá lạnh và quá nhiệt được thực hiện cùng trong một thiết bị quá lạnh hồi nhiệt. Do hơi lạnh nhận toàn bộ nhiệt lượng do chất lỏng nóng toả ra nên

$$h_1 - h_{1'} = h_{3'} - h_3$$

hoặc $\Delta h_{11'} = \Delta h_{33'}$

Nếu không cần tính toán chính xác, có thể lấy độ quá nhiệt do van tiết lưu là 5^0C. Độ quá nhiệt trong hồi nhiệt của hơi hút là $t_1 - t_{1'} = 25^0$C đối với R12 và 20^0C đối với R22.

Sau khi đã xác định được t_1 và $t_{1'}$ ta có thể xác định được $\Delta h_{11'}$, sau đó căn cứ vào biểu thức $\Delta h_{11'} = \Delta h_{33'}$ có thể xác định được điểm 3' và hoàn chỉnh đồ thị.

2.2. Tính toán chu trình một cấp cho frêôn tương tự như tính toán cho chu trình của máy lạnh một cấp dùng amôniăc.

III. TÍNH CHỌN MÁY NÉN

Mục đích của việc tính chọn máy nén là xác định số lượng, chủng loại máy nén, công suất lắp đặt của động cơ điện sẽ sử dụng cho công trình.

Tổng năng suất lạnh của các máy nén đã chọn phải đạt được giá trị tính toán để duy trì nhiệt độ lạnh yêu cầu trong buồng lạnh. Động cơ điện phải

có công suất dự trữ trong những trường hợp máy nén làm việc ở chế độ khắc nghiệt.

1. Chọn môi chất lạnh

Trước khi tính toán ta phải xác định loại môi chất lạnh sử dụng trong chu trình và chu trình sẽ sử dụng để có thể chọn được chủng loại máy nén phù hợp. Môi chất lạnh được giới thiệu trong các tài liệu chuyên môn, hiện nay, đối với các kho lạnh cỡ trung và lớn thường người ta sử dụng amôniăc, tuy độc hại dễ cháy nổ nhưng nó là môi chất rẻ tiền và có tính chất nhiệt động phù hợp tốt với chu trình lạnh. Môi chất frêôn vì đắt, dễ rò rỉ và gây ảnh hưởng xấu đến môi trường nên chỉ dùng chủ yếu trong các hệ thống lạnh có công suất nhỏ và các tổ hợp lạnh nguyên cụm.

2. Tính toán số lượng và chủng loại máy nén

Để xác định số lượng và chủng loại của máy nén người ta có thể thực hiện theo nhiều cách, trong giáo trình này sẽ giới thiệu hai cách trong thực tế thường dùng, đó là tính toán số lượng máy nén theo thể tích hút lý thuyết V_{lt}^{MN} và năng suất lạnh tiêu chuẩn của máy nén Q_{0tc}^{MN}.

2.1. Tính toán số lượng máy nén theo thể tích hút lý thuyết V_{lt}^{MN}

- Năng suất lạnh riêng khối lượng theo (40)

$q_0 = h_{1'} - h_4$; kJ/kg

- Năng suất khối lượng thực tế của máy nén (lưu lượng môi chất qua máy nén)

$$m_{tt} = \frac{Q_0}{q_0} \text{ ; kg/s} \qquad (45)$$

- Năng suất thể tích thực tế của máy nén

$$V_{tt} = m_{tt}.v_1 \text{ ; m}^3\text{/s} \qquad (46)$$

- Thể tích hút lý thuyết

$$V_{lt} = \frac{V_{tt}}{\lambda} \text{ ; } m^3/s \qquad (47)$$

- Hệ số cấp của máy nén λ là tỷ số giữa thể tích thực tế V_{tt} và thể tích lý thuyết V_{lt} của máy nén. λ đặc trưng cho tổn thất của quá trình nén thực so với quá trình nén lý thuyết.

Có nhiều phương pháp để xác định λ

+ Xác định λ theo các tổn thất thành phần: $\lambda = \lambda_c . \lambda_{tl} . \lambda_k . \lambda_w . \lambda_r$ (48)

λ_c - Hệ số tính đến thể tích chết

λ_{tl} - Hệ số tính đến tổn thất do tiết lưu

λ_w - Hệ số tính đến tổn thất do hơi hút vào xylanh bị đốt nóng

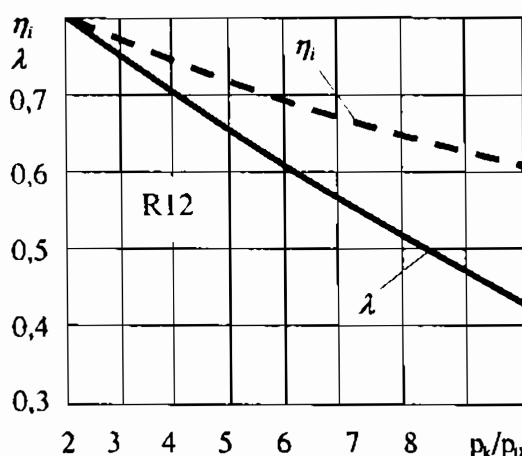
λ_r - Tổn thất do rò rỉ môi chất qua pittông, xylanh, secmăng và van, từ khoang nén về khoang hút.

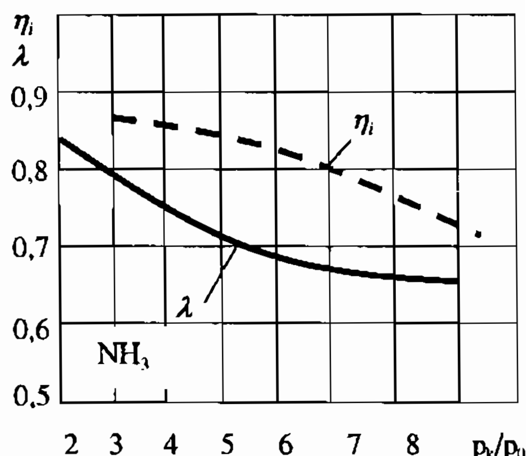
+ Xác định λ theo các công thức thực nghiệm do nhà chế tạo cho trong máy, ví dụ: Đối với máy nén NH_3 do Đông Đức chế tạo: $\lambda = 0,93 - 0,06(\pi - 1)$

Đối với máy nén NH_3 do Liên Xô chế tạo: $\lg\lambda = (0,012 + 0,437.c)(1 - \pi)$

$c = 0,03 \div 0,05$: Tỷ số giữa thể tích chết và hành trình của pitông; π: Tỷ số nén

+ Xác định theo các đồ thị do nhà chế tạo cung cấp





Đồ thị xác định λ và hiệu suất chỉ thị η_i theo tỷ số nén

+ Xác định theo tính toán

Từ biểu thức $\lambda = \lambda_c.\ \lambda_{tl}.\ \lambda_k.\ \lambda_w.\ \lambda_r$ đặt $\lambda_i = \lambda_c.\ \lambda_{tl}.\ \lambda_k$ ta sẽ có

$$\lambda = \lambda_i.\ \lambda_w.\lambda_r \qquad (49)$$

Trong đó $$\lambda_i = \lambda_c.\ \lambda_{tl}.\ \lambda_k = \frac{p_0 - \Delta p_0}{p_0} - c\left[\left(\frac{p_k + \Delta p_k}{p_0}\right)^{\frac{1}{m}} - \frac{p_0 - \Delta p_0}{p_0}\right] \qquad (50)$$

Lấy $\Delta p_0 = \Delta p_k = 0,005 \div 0,01$ MPa

$m = 0,95 \div 1,1$ với máy nén amôniăc

m = 0,90 ÷ 1,05 với máy nén frêôn

c = 0,03 ÷ 0,05 Tỷ số thể tích chết tuỳ theo từng loại máy

Với máy nén amôniăc thuận dòng $\lambda_w.\lambda_r = \dfrac{T_0}{T_k}$

T_0 và T_k: nhiệt độ sôi và ngưng của môi chất; ^0K

- Thể tích hút lý thuyết của máy nén là thể tích do pittông quét được khi làm việc V_h^{MN}

$$V_h^{MN} = \frac{\pi d^2}{4}.s.z.n;\ m^3/s \qquad (51)$$

d - Đường kính pittông

s - Khoảng chạy của pittông; m

z - Số lượng pittông

n - Số vòng quay; vg/s

- Số lượng máy nén chọn

$$Z^{MN} = \frac{V_h}{V_h^{MN}};\ \text{cái} \qquad (52)$$

2.2. Tính toán số lượng máy nén theo năng suất lạnh tiêu chuẩn Q_{0tc}^{MN}

Do năng suất lạnh của một máy nén lạnh không cố định mà luôn thay đổi theo nhiệt độ ngưng tụ và nhiệt độ bay hơi nên người ta phải quy định các chế độ tiêu chuẩn, để từ đó có cơ sở tính toán các thông số khác của chu trình lạnh.

Theo các thông số nhiệt độ của chu trình tiêu chuẩn trên ta có thể vẽ được chu trình tiêu chuẩn trên đồ thị lgP-h và xác định được các thông số còn lại của chu trình như p. Π, entanpi h,... để tính toán các đại lượng yêu cầu.

Chế độ tiêu chuẩn của hệ thống lạnh amôniăc, frêôn, một cấp, hai cấp và chế độ điều hoà không khí được giới thiệu trong bảng:

Chế độ tiêu chuẩn \ Nhiệt độ ^0C		t_0	t_{qn}	t_k	t_{ql}
Chế độ tiêu chuẩn một cấp	Amôniăc	-15	-10	30	25
	Frêôn	-15	15	30	25
Chế độ điều hoà không khí		5	15	35	30
Chế độ tiêu chuẩn hai cấp (lạnh đông)					
	Amôniăc	-40	-30	35	30
	Frêôn	-35	-20	30	25

- Năng suất lạnh riêng khối lượng tiêu chuẩn

$$q_{0TC} = h_{1TC} - h_{4TC};\ kJ/kg \qquad (53)$$

- Năng suất lạnh riêng thể tích tiêu chuẩn

$$q_{vTC} = \frac{q_{0TC}}{v_{1TC}}; \ kJ/m^3 \qquad (54)$$

- Hệ số cấp ở điều kiện tiêu chuẩn λ_{TC}, ở điều kiện làm việc λ được tính từ các λ thành phần hoặc tra bảng, đồ thị…

- Năng suất lạnh tiêu chuẩn Q_{0TC} là năng suất lạnh ở điều kiện tiêu chuẩn được quy đổi từ Q_0

$$Q_{0TC} = Q_0 \frac{q_{vTC}.\lambda_{TC}}{q_v.\lambda}; \ kW \qquad (55)$$

Q_0 - Năng suất lạnh ở chế độ thực

q_v - Năng suất lạnh riêng ở điều kiện làm việc

- Số máy nén cần chọn Z^{MN}

$$Z^{MN} = \frac{Q_{0TC}}{Q_{tc}^{MN}} \qquad (56)$$

Q_{0tc}^{MN} - Năng suất lạnh tiêu chuẩn của máy nén cụ thể (Theo các Catalogue của các hãng sản xuất).

Có thể tính chuyển đổi theo cách từ năng suất lạnh ở điều kiện tiêu chuẩn Q_{0tc}^{MN} ra năng suất lạnh của máy nén ở điều kiện thực yêu cầu Q_0^{MN} và tính số lượng máy nén.

$$Z^{MN} = \frac{Q_0}{Q_o^{MN}} \qquad (57)$$

Q_0 - Năng suất lạnh của máy nén ở điều kiện thực

Q_0^{MN} - Năng suất lạnh của máy nén cụ thể (Theo các Catalogue nhưng được quy đổi về điều kiện thực).

3. Tính toán công suất lắp đặt của động cơ

3.1. Các hệ số ảnh hưởng đến hiệu suất động cơ

$\eta = \eta_i . \eta_c . \eta_{td} . \eta_{cl}$

η_i - Hệ số kể đến hiệu suất trong, còn gọi là hiệu suất chỉ thị của quá trình nén khi kể đến ma sát của hơi môi chất lạnh.

η_c - Hệ số kể đến tổn thất ma sát giữa các chi tiết chuyển động của máy nén.

η_{td} - Hệ số kể đến tổn thất do truyền động: Khớp nối, đai truyền… các máy nén kín và nửa kín có $\eta_{td} = 1$.

η_{cl} - Hiệu suất động cơ điện, $\eta_{cl} = 0,8 \div 0,95$ tuỳ theo từng loại động cơ điện.

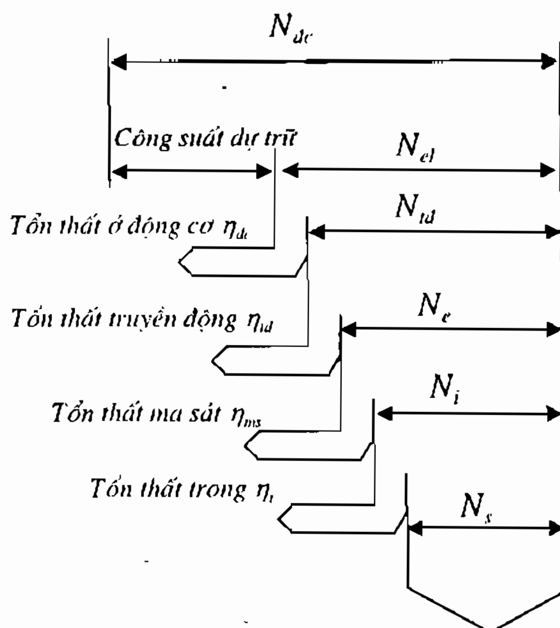
3.2. Công suất nén đoạn nhiệt

$N_s = m.l$; kW (58)

N_s - Công suất nén lý thuyết;

m - Lưu lượng khối lượng qua máy nén; kg/s

$l = h_2 - h_1$ - Công nén riêng; kJ/kg



Hình 31. Các loại công nén và tổn thất năng lượng

N_{dc} - Công suất động cơ lắp đặt

N_{el} - Công suất điện

N_{td} - Công suất truyền động

N_e - Công suất hiệu dụng

N_i - Công nén thực (có tổn thất trong)

N_s - Công nén đoạn nhiệt lý thuyết

3.3. Công nén chỉ thị N_i

Là công nén thực do quá trình nén có ma sát của hơi môi chất nên lệch khỏi quá trình nén đoạn nhiệt lý thuyết bỏ qua ma sát.

$$N_i = \frac{N_s}{\eta_i};\ kW \qquad (59)$$

Trong đó η_i là hiệu suất chỉ thị có thể được xác định theo đồ thị cho trước của nhà chế tạo hoặc tính theo biểu thức

$\eta_i = \lambda_w + b.t_0$ (60)

$\lambda_w = T_0/T_k$

b = 0,001

t_0 - nhiệt độ sôi; ^0C

3.4. Công nén hiệu dụng N_e

Là công nén có tính đến tổn thất ma sát của các chi tiết máy nén như pittông - xylanh, tay biên - trục khuỷu - ăcpittông... Đây chính là công đo được trên trục khuỷu máy nén.

$N_e = N_i + N_{ms}$ (61)

N_i đã biết, N_{ms} có thể tính theo biểu thức

$$N_{ms} = V_{tt} \cdot p_{ms}$$

V_{tt} - Thể tích hút thực tế; $V_{tt} = \lambda . V_{lt}$

V_{lt} - Thể tích hút lý thuyết

λ - Hệ số cấp

p_{ms} - Áp suất ma sát riêng

- Đối với máy nén amôniăc thẳng dòng $p_{ms} = 0{,}049 \div 0{,}069$ MPa
- Đối với máy nén frêôn thẳng dòng $p_{ms} = 0{,}039 \div 0{,}059$ MPa
- Đối với máy nén frêôn ngược dòng $p_{ms} = 0{,}019 \div 0{,}034$ MPa

Có thể tính N_e theo biểu thức

$$N_e = \frac{N_i}{\eta_e}; kW \quad (62)$$

Trong đó η_e được cho trong các cataloue của nhà chế tạo.

3.5. Công suất điện N_{el}

Là công suất đo được trên bảng đấu điện có kể đến tổn thất truyền động của khớp, đai... (nếu là máy nén kín và nửa kín tổn thất bằng 0) và hiệu suất của động cơ điện.

$$N_{el} = \frac{N_e}{\eta_{td} \cdot \eta_{el}}; kW \quad (63)$$

$\eta_{td} = 0{,}95$ - Hiệu suất truyền động của khớp, đai

$\eta_{el} = 0{,}80 \div 0{,}95$ - Hiệu suất động cơ

3.6. Công suất động cơ lắp đặt N_{dc}

Công suất động cơ lắp đặt N_{dc} phải lớn hơn công suất điện N_{el} để đảm bảo an toàn. Tuỳ theo thực tế có thể chọn động cơ lắp đặt lớn hơn công suất tính toán từ 1,1 đến 2,1 lần. Đối với các máy lớn, làm việc trong điều kiện ổn định có thể chọn hệ số an toàn 1,1. Đối với các máy nhỏ, làm việc trong điều kiện chế độ điện dao động lớn có thể phải chọn hệ số an toàn từ 2,1 trở lên.

$N_{dc} = (1{,}1 \div 2{,}1)\, N_{el}$ (64)

Công suất điện sẽ chia đều cho số máy nén đã tính toán ở phần trên, qua đó ta sẽ biết được công suất của từng máy nén. Động cơ chọn thực tế phải có công suất dự trữ. Thường dự trữ từ 15 đến 20% nhưng cũng có trường hợp động cơ chọn lớn gấp đôi động cơ tính toán để đề phòng máy phải làm việc ở chế độ khắc nghiệt hơn.

4. Các thông số đánh giá

4.1. Số lượng máy nén cần thiết

Có thể ước lượng số máy nén cần thiết theo đồ thị nếu nhà sản xuất cho biết trong catalog năng suất lạnh phụ thuộc nhiệt độ ngưng tụ và bay hơi ở chế độ bất kỳ và ta phải có các catalog đó.

4.2. Nhiệt thải ở chế độ ngưng tụ Q_k

Nhiệt thải ra ở thiết bị ngưng tụ là lượng nhiệt mà nước làm mát hoặc không khí làm mát phải lấy đi. Đại lượng này cần để xác định diện tích bề mặt trao đổi nhiệt cần thiết của thiết bị ngưng tụ. Q_k còn gọi là năng suất nhiệt khi người ta sử dụng nguồn nhiệt này để đun nóng nước, sưởi ấm...

$Q_k = m.q_k$

$Q_k = m.(h_1 - h_2)$; kW (65)

IV. TÍNH TOÁN THIẾT BỊ NGƯNG TỤ

1. Phân loại thiết bị ngưng tụ

Có nhiều loại thiết bị ngưng tụ khác nhau về nguyên tắc làm việc và kết cấu nhưng có thể xếp theo một số loại chính như sau:

1.1. Thiết bị ngưng tụ làm mát bằng nước (giải nhiệt nước)

- Bình ngưng ống vỏ nằm ngang NH_3 và Frêôn.
- Bình ngưng phần tử nằm ngang NH_3 và Frêôn.
- Bình ngưng ống vỏ NH_3 thẳng đứng.

1.2. Thiết bị ngưng tụ kiểu kết hợp (giải nhiệt nước và gió)

- Dàn ngưng tưới.
- Tháp ngưng tụ (có quạt hay dàn ngưng tụ bay hơi).

1.3. Thiết bị ngưng tụ làm mát bằng không khí (giải nhiệt gió)

- Dàn ngưng cưỡng bức.
- Dàn ngưng tự nhiên.
- Dàn ngưng kiểu tấm.

Trong các hệ thống lạnh trung bình và lớn sử dụng NH_3 thường người ta chỉ sử dụng loại làm mát bằng nước và kết hợp.

Nước có thể sử dụng một lần hoặc tuần hoàn.

Các tiêu chuẩn để chọn thiết bị ngưng tụ là:

- Tải nhiệt của thiết bị Q_k.

- Điều kiện thực tế tại nơi sử dụng như nước làm mát một lần hay tuần hoàn, điều kiện nước, điều kiện môi trường mà cụ thể là lượng nước có thể cung cấp, chất lượng nước, nhiệt độ và độ ẩm của môi trường không khí xung quanh.

2. Tính toán thiết bị ngưng tụ

Có hai nội dung cần tính toán cho tất cả các thiết bị trao đổi nhiệt.

- Tính thiết kế: Cho Q_k xác định diện tích bề mặt trao đổi nhiệt F

- Tính kiểm tra: Xác định diện tích bề mặt trao đổi nhiệt F của thiết bị cụ thể có đáp ứng được yêu cầu hay không.

Như vậy, thực chất hai bài toán đều là xác định diện tích bề mặt trao đổi nhiệt F của thiết bị.

Việc tính toán còn cần để xác định các thiết bị phụ khác như bơm, quạt làm mát cho hệ thống.

Tính thiết bị ngưng tụ theo các bước sau:

+ Chọn kiểu loại thiết bị ngưng tụ

+ Xác định diện tích bề mặt trao đổi nhiệt của thiết bị theo phương trình

$Q_k = k.F.\Delta t$; kW (66)

Để xác định được F ta phải xác định các thông số trong biểu thức trên

• Xác định hiệu nhiệt độ trung bình logarit

$$\Delta t_{tb} = \frac{\Delta t_{max} - \Delta t_{min}}{\ln \frac{\Delta t_{max}}{\Delta t_{min}}} \; {}^{0}K \qquad (67)$$

Δt_{max} - Hiệu nhiệt độ lớn nhất (phía đầu vào)

Δt_{min} - Hiệu nhiệt độ nhỏ nhất (phía đầu ra)

Trong thực tế nhiệt độ môi chất trong bình ngưng tụ giảm từ t_2 xuống t_k giữ nguyên trong quá trình ngưng tụ và giảm tiếp xuống t_{ql} khi bị quá lạnh. Nhưng tính toán coi nhiệt độ trong bình không đổi bằng t_k do vậy

$\Delta t_{max} = t_k - t_{w1}$

$\Delta t_{min} = t_k - t_{w2}$

t_{w1} - Nhiệt độ nước vào

t_{w2} - Nhiệt độ nước ra khỏi bình ngưng

Khi tính gần đúng có thể sử dụng công thức theo trung bình cộng

$\Delta t_{tb} = [t_k - (t_{w1} + t_{w2})]/2$

Khi sử dụng tháp ngưng coi nhiệt độ nước không đổi

$t_{w1} = t_{w2} = t_w$

Khi đó $\Delta t_{tb} = t_k - t_w$ (68)

• Xác định mật độ dòng nhiệt - Phụ tải nhiệt riêng q_f

$q_f = k.\Delta t_{tb}$; W/m^2 (69)

Diện tích bề mặt trao đổi nhiệt cần thiết

$$F = \frac{Q_k}{q_f}$$

Với tháp ngưng $q_f = 1750 \div 2300\ W/m^2$

• Xác định hệ số truyền nhiệt k

Hệ số truyền nhiệt k có thể xác định theo tính toán lý thuyết hoặc theo kinh nghiệm. Khi kể đến hiện tượng bám bẩn bề mặt người ta đưa vào hệ số bám bẩn φ và hệ số truyền nhiệt là

$k = \varphi.k_o$

Bình thường chọn $\varphi = 0,65 \div 0,85$

- Có thể xác định *k* theo lý thuyết, trường hợp trao đổi nhiệt giữa hai môi chất lỏng qua vách ống.

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}};\ W/m^2K \quad (70)$$

$d_t = \frac{d_2 - d_1}{2}$ - Chiều dày vách; m

α_1 - Hệ số toả nhiệt của dòng nóng; W/m^2K

α_2 - Hệ số toả nhiệt của dòng lạnh; W/m^2K

λ - Hệ số dẫn nhiệt của vách; W/mK

- Theo kinh nghiệm, hệ số truyền nhiệt *k* có thể lấy các giá trị trong bảng

Kiểu thiết bị ngưng tụ	*k; W/m²K*	*q_f; W/m²*	*Δt*
Bình ngưng ống vỏ			
Nằm ngang-Amôniăc	700 - 1000	3500 - 5200	5 - 6
Thẳng đứng-Amôniăc	800	4200	5 - 6
Nằm ngang-Frêôn	700	3600	5 - 6
Dàn ngưng tưới	700 - 930	3500 - 4650	5 - 6
Tháp ngưng	500 - 700	1500 - 2100	3
Dàn ngưng không khí	30	240 - 300	8 - 10

• Xác định lượng nước làm mát cung cấp cho thiết bị

$$V_n = \frac{Q_k}{C.\rho.\Delta t_k}; \ m^3/s \qquad (71)$$

Q_k - Tải nhiệt của thiết bị ngưng tụ đã cho; kW

C - Nhiệt dung riêng của nước; 4,19 kJ/kgK

ρ - Khối lượng riêng của nước; 1000 kg/m^3

Δt_k - Độ tăng nhiệt độ trong thiết bị ngưng tụ; K

Khi tính chọn bơm còn phải tính trở lực (chiều cao cột nước) cần thiết để chọn được bơm đảm bảo yêu cầu.

• Xác định lưu lượng không khí qua dàn ngưng tụ

Cũng xác định theo (71)

C - Nhiệt dung riêng đẳng áp của không khí; 1 kJ/kgK

ρ - Khối lượng riêng của không khí; 1,15 ÷ 1,2 kg/m^3

V. TÍNH TOÁN THIẾT BỊ BAY HƠI

1. Phân loại thiết bị bay hơi

Dựa theo nguyên tắc làm việc và kết cấu có thể phân loại thiết bị bay hơi theo các loại sau:

1.1. Theo trạng thái của môi trường làm lạnh

- Bình bay hơi làm lạnh chất lỏng (nước, nước muối...).

- Dàn bay hơi làm lạnh không khí. Có hai loại dàn lạnh tĩnh có không khí đối lưu tự nhiên và dàn lạnh quạt khi không khí đối lưu cưỡng bức nhờ quạt gió.

1.2. Theo mức độ choán chỗ của môi chất lạnh lỏng trong thiết bị

Được chia làm hai loại, loại ngập: môi chất lạnh lỏng luôn bao phủ toàn bộ bề mặt trao đổi nhiệt (thường là loại cấp lỏng từ dưới lên) và loại không ngập thì môi chất lỏng không bao phủ toàn bộ bề mặt trao đổi nhiệt, một phần bề mặt trao đổi nhiệt dùng để quá nhiệt hơi hút về máy nén, thường là loại cấp lỏng từ trên xuống.

2. Tính toán thiết bị bay hơi

2.1. Tính toán thiết bị bay hơi làm lạnh chất tải lạnh lỏng

Chất tải lạnh thường dùng là nước hoặc nước muối, hệ thống sử dụng chất tải lạnh còn được gọi là hệ thống gián tiếp. Hệ thống gián tiếp được chia làm

hai loại, loại kín khi sử dụng bình bay hơi ống vỏ nằm ngang và loại hở khi sử dụng dàn bay hơi kiểu tấm (panel).

Tính toán thiết bị bay hơi cũng gồm hai bài toán.

- Tính toán thiết kế: Đã biết năng suất lạnh Q_0, loại thiết bị bay hơi, phải xác định diện tích trao đổi nhiệt F.

- Tính kiểm tra: Đã có sẵn thiết bị bay hơi, căn cứ vào chế độ làm việc, xác định diện tích trao đổi nhiệt có đủ hay không.

Diện tích bề mặt trao đổi nhiệt xác định theo công thức:

$$F = \frac{Q_0}{k.\Delta t}\ ;\ m^2 \qquad (72)$$

- Năng suất lạnh hoặc nhiệt tải của thiết bị đã cho trước hoặc tính toán theo chu trình lạnh

$$Q_0 = q_0.m = m(h_1 - h)$$

- Hệ số truyền nhiệt k được xác định bằng lý thuyết hoặc kinh nghiệm phụ thuộc vào loại thiết bị bay hơi và điều kiện chế tạo, xác định tương tự như trong phần tính cho thiết bị ngưng tụ.

- Hiệu nhiệt độ trung bình logarit giữa chất tải lạnh và môi chất lạnh sôi Δt

$$\Delta t = \frac{\Delta t_{max} - \Delta t_{min}}{\ln\dfrac{\Delta t_{max}}{\Delta t_{min}}} = \frac{(t_{n1} - t_0) - (t_{n2} - t_0)}{\ln\dfrac{(t_{n1} - t_0)}{(t_{n2} - t_0)}}$$

t_{n1}, t_{n2} - Nhiệt độ nước muối vào và ra khỏi bình bay hơi

Đối với bình bay hơi amôniăc $\Delta t_{tb} = 4 - 6^0C$

Đối với bình bay hơi ống vỏ frêôn $\Delta t_{tb} = 8 - 10^0C$

Đối với bình bay hơi ống xoắn, frêôn sôi trong ống $\Delta t_{tb} = 8 - 10^0C$

Khi qua bình bay hơi nhiệt độ nước muối hạ xuống từ 2 - 3 ^0C.

Để tính toán sơ bộ thiết bị bay hơi có thể lấy hệ số truyền nhiệt theo bảng

Thiết bị bay hơi làm lạnh nước muối		k; W/m^2K	Ghi chú
Bình bay hơi ống vỏ	Amôniăc	460 - 580	Với $\Delta t = 5^0C$,
	Frêôn 12	230 - 350	k tính theo bề mặt có cánh
	Frêôn 22	350 - 400	
Bình bay hơi ống xoắn		290 - 1000	Với $\Delta t = 5^0C$, k tính theo
Dàn bay hơi kiểu panel		460 - 580	bề mặt nhẵn phía trong ống

Lưu lượng chất tải lạnh lỏng đi qua thiết bị bay hơi xác định theo

$$V_n = \frac{Q_0}{C_n.\rho_n.\Delta t_n} \quad (73)$$

V_n - Lưu lượng nước muối; m^3/s

Q_0 - Năng suất lạnh hoặc tải lạnh của thiết bị bay hơi; kW

C_n - Nhiệt dung riêng của nước muối; kJ/kgK

ρ_n - Khối lượng riêng của nước muối; kg/m^3

Δt_n - Hiệu nhiệt độ của nước muối vào và ra khỏi thiết bị bay hơi; ^0K

Đối với các hệ thống lạnh, nước muối dùng cho cơ sở thương nghiệp và đời sống cần phải xác định hệ số thời gian làm việc và khối lượng nước muối tuần hoàn. Người ta chọn máy lạnh theo năng suất lạnh tổng thể, sau đó trừ đi các tổn thất khác nhau (tổn thất trên đường ống, tổn thất do tăng nhiệt độ ngưng tụ, giảm nhiệt độ do bay hơi...) hoặc chọn năng suất lạnh theo đồ thị:

$Q_0 = f(t_k, t_0)$

2.2. Tính toán thiết bị bay hơi làm lạnh không khí đối lưu tự nhiên

Dàn lạnh không khí tĩnh là các dàn làm lạnh không khí lắp đặt trong buồng lạnh. Dàn lạnh không khí chia ra làm hai loại, loại trực tiếp có môi chất lạnh bay hơi bên trong, loại gián tiếp có nước hoặc nước muối đi trong ống. Loại dàn lạnh gián tiếp còn được chia ra làm hai kiểu là kiểu khô và kiểu ướt, kiểu khô là không khí và chất tải lạnh trao đổi nhiệt qua vách ống, kiểu ướt là không khí và chất tải lạnh trao đổi trực tiếp, chất tải lạnh được phun thành hạt mịn hoặc chảy tràn trên bề mặt của các khối đệm.

Trong các kho lạnh lớn, bảo quản hàng đông lạnh không có bao gói thường người ta sử dụng dàn trần và dàn áp tường ống trơn hoặc có cánh, đôi khi người ta sử dụng cả dàn kiểu panel.

Dàn ống trơn thường dùng ống Φ57 x 3,5 mm với bước ống từ 180 đến 300 mm, $k = 7 \div 10$ W/mK. Dàn ống có cánh thường bằng ống thép đường kính 38 x 2,5 mm. Cánh tản nhiệt chế tạo bằng cách chun xoắn các lá thép dày 0,8 đến 1 mm trên bề mặt ngoài của ống. Nhiều đường ống và ống góp được chế tạo thành tổ dàn có diện tích bề mặt quy chuẩn, khi lắp đặt cho các buồng lạnh cụ thể, người ta có thể bố trí ghép nhiều tổ dàn lại để có được đủ diện tích trao đổi nhiệt yêu cầu.

Bề mặt trao đổi nhiệt của dàn ống trơn được tính theo biểu thức

$$F = \frac{Q_{0TB}}{k.\Delta t} \quad (74)$$

Δt - Hiệu nhiệt độ giữa không khí trong buồng lạnh và môi chất lạnh hoặc chất tải lạnh trong ống.

Khi tính toán sơ bộ các dàn lạnh có thể lấy theo bảng

Đối với dàn ống có bước cánh 30 mm lấy giá trị lớn, dàn ống có bước cánh 20 mm lấy giá trị nhỏ hơn. Khi dàn ống chế tạo từ các ống Φ57 x 3,5 mm bước cánh 35,7 mm lấy hệ số truyền nhiệt giống như dàn có bước cánh 30 mm.

Đối với dàn lạnh cấp lỏng từ trên xuống, lấy *k* nhỏ hơn 10% các giá trị đã cho trong bảng.

Loại dàn	k; W/m^2K	
	Nhiệt độ buồng lạnh	
	0^0C	-20^0C
Dàn ống trơn treo trần	9.8	7
Dàn ống trơn áp tường	9.8-14	7-9.9
Dàn ống treo trần một hàng	5.9-5.1	4.7-4.2
Dàn ống treo trần hai hàng	5.6-4.8	4.4-4.0
Dàn ống áp tường bốn ống theo chiều cao	4.7-4.1	3.6-3.3
Dàn ống áp tường tám ống theo chiều cao	4.3-3.7	3.4-3.0

Khi tính dàn cho buồng lạnh, đầu tiên nên tính dàn lắp đặt trên toàn bộ diện tích trần, tuy nhiên phải chừa lại ít nhất 1 m từ mép tường đến đầu mút của các dàn lạnh. Khi tính xong dàn trần, nếu thấy còn diện tích trao đổi nhiệt thì tiếp tục tính dàn áp tường cho đến khi đủ thì thôi.

Có thể sử dụng các dàn lạnh kiểu panel trong các buồng bảo quản dài hạn các mặt hàng không đóng gói để giảm tổn thất do hao ngót sản phẩm. Các dàn lạnh kiểu panel có thể thiết kế từ các phần tử được chế tạo hàng loạt. Chiều dài của phần tử tuỳ theo buồng lạnh cụ thể và tuỳ theo phương tiện vận tải và bốc dỡ. Dàn lạnh kiểu panel có thể phủ toàn bộ trần kho lạnh. Sau khi tính toán nếu thiếu diện tích trao đổi nhiệt sẽ tính bổ sung thêm dàn tường.

2.3. Tính toán thiết bị bay hơi làm lạnh không khí đối lưu cưỡng bức

Thiết bị bay hơi làm lạnh không khí đối lưu cưỡng bức còn gọi là dàn lạnh quạt, được sử dụng rất rộng rãi do có những ưu điểm sau:

- Có thể bố trí trong hoặc ngoài buồng lạnh.
- Chiếm ít diện tích bảo quản sản phẩm.
- Nhiệt độ đồng đều, hệ số trao đổi nhiệt lớn.
- Nguyên vật liệu tốn ít.

Nhược điểm của thiết bị dạng này là ồn và tốn thêm năng suất lạnh cho động cơ quạt gió. Độ ẩm trong buồng lạnh thấp, khó duy trì độ ẩm cao theo yêu cầu bảo quản, độ khô hao sản phẩm lớn do nhiệt độ bay hơi thấp.

Trong tất cả các thiết bị làm lạnh không khí kiểu dàn quạt thường người ta sử dụng các ống có đường kính 25 x 2 mm, riêng các loại đặt trên sàn hoặc trên bệ dùng ống có đường kính 38 x 3 mm và cánh bằng thép lá rộng 30 dầy 0,8 m, bước cánh 13,3 mm. Dàn quạt dùng cho frêôn dùng ống đồng đường kính 10 - 18 mm, dày 0,5 đến 1,5 mm, cánh nhôm dày 0,3 mm.

Việc phá băng của các dàn có nhiệt độ không khí trong buồng lạnh lớn hơn 2^0C thực hiện nhờ không khí. Nếu nhiệt độ không khí thấp hơn thì dùng NH_3 nóng, nước nóng hoặc dây điện trở.

Đối với các thiết bị lạnh lớn các dàn lạnh không khí cũng được chế tạo hàng loạt theo tiêu chuẩn. Môi chất lạnh được phân phối nhờ một ống phân phối cho 18 nhánh ống song song. Diện tích bề mặt trao đổi nhiệt thay đổi do thay đổi bước cánh tản nhiệt.

Với dàn lạnh amôniăc ống trơn k = 35 - 43 W/m^{2}K. Với dàn quạt frêôn khi hiệu nhiệt độ trung bình giữa frêôn lỏng sôi trong dàn và không khí bên ngoài là 10^0K thì k = 12W/m^{2}K. Hiệu nhiệt độ lớn thì k càng lớn và ngược lại.

Khi tính được diện tích bề mặt trao đổi nhiệt ta có thể chọn một dàn duy nhất hoặc nhiều dàn cho một buồng, đảm bảo cho tải lạnh của một dàn phải bằng hoặc lớn hơn tải lạnh của thiết bị buồng đã tính toán ở phần trước. Điều kiện khác là tốc độ không khí trong buồng không được vượt quá giá trị cho phép.

Lưu lượng không khí phải được tính kiểm tra lại

$$V_k = \frac{Q_{0TB}}{\rho_k.(h_1 - h_2)} \qquad (75)$$

Q_{0TB} - Tải lạnh của thiết bị

ρ_k - Khối lượng riêng của không khí

h_1, h_2 - Entanpi của không khí vào và ra khỏi dàn lạnh

ρ_k, h_1, h_2 - Xác định trên đồ thị h - x của k ẩm. Mức độ giảm nhiệt độ của không khí trong dàn lạnh phụ thuộc vào chức năng của buồng lạnh và loại sản phẩm được bảo quản xử lý. Trong các buồng bảo quản, không khí được làm lạnh xuống 2 - 3^0C, trong buồng xử lý lạnh khoảng 5 - 10^0C còn trong vài trường hợp khác đến 15^0C.

Để tính toán lượng nước muối có thể lấy độ tăng nhiệt độ của nước muối khi qua dàn lạnh khoảng 2 -3^{0}C.

Khi tính toán thiết kế chọn dàn lạnh cho các buồng gia lạnh và buồng kết đông cần lưu ý tải lạnh của thiết bị khi mới cho sản phẩm vào là rất lớn (thường gọi là tải lạnh cao điểm hay tải lạnh đỉnh). Để cân bằng với tải lạnh đỉnh cần phải tăng diện tích bề mặt trao đổi nhiệt của dàn lạnh lên 30% so với tính toán.

VI. TÍNH CHỌN CÁC THIẾT BỊ PHỤ

1. Bình chứa

1.1. Bình chứa cao áp

Theo quy định về an toàn thì bình chứa cao áp phải chứa được 30% thể tích của toàn bộ hệ thống dàn bay hơi (tất cả các dàn tĩnh và dàn quạt) trong hệ thống có bơm cấp lỏng từ trên xuống và 60% thể tích trong hệ thống cấp lỏng từ dưới lên. Khi vận hành mức lỏng trong bình chứa cao áp chỉ được chiếm tới 50% thể tích bình.

Sức chứa của bình cao áp được tính theo biểu thức

- Với hệ thống cấp môi chất từ trên xuống

$$V_{CA} = \frac{0,3V_d}{0,5}.1,2 = 0,7\ V_d \qquad (76)$$

- Với hệ thống cấp môi chất từ dưới lên

$$V_{CA} = \frac{0,6V_d}{0,5}.1,2 = 1,45\ V_d \qquad (77)$$

V_{CA} - Thể tích bình chứa cao áp

V_d - Thể tích hệ thống dàn bay hơi

1,2 - Hệ số an toàn

Bình cần có thiết bị báo mức lỏng tối đa và tối thiểu, áp suất cho phép, nhiệt độ làm việc của bình

1.2. Bình chứa tuần hoàn

Bình được lắp đặt tại phía hạ áp trong hệ thống có bơm tuần hoàn, dùng để chứa lỏng hạ áp trước khi bơm lên các dàn lạnh. Bình chứa tuần hoàn có hai dạng là loại nằm ngang và loại thẳng đứng. Sức chứa của bình không nhỏ hơn 30% toàn bộ thể tích môi chất lạnh trong các dàn bay hơi.

Thể tích của bình được tính theo biểu thức

$$V_{CA} = (V_{dt}.k_1 + V_{dq}.k_2).k_3.k_4.k_5.k_6.k_7 \quad (78)$$

V_{dt} - Thể tích dàn tĩnh

V_{dq} - Thể tích dàn quạt

k - Tra bảng

Hệ số	Tính đến...	Hệ thống có bơm cấp lỏng		Hệ thống không bơm
		Dưới lên	Trên xuống	
k_1	Sự điền đầy dàn tĩnh	0.7	0.25	0.7
k_2	Sự điền đầy dàn quạt	0.7	0.5	0.7
k_3	Lượng lỏng tràn khỏi dàn	0.3	-	0.3
k_4	Sức chứa ống góp và đường ống	1.2	1.2	1.1
k_5	Sự điền đầy lỏng khi bình chứa làm việc để đảm bảo bơm làm việc -Bình chứa nằm ngang -Bình chứa thẳng đứng	 1.25 1.55	 1.25 1.55	 1.05 1.2
k_6	Mức lỏng cho phép trong -Bình chứa nằm ngang -Bình chứa thẳng đứng	 1.25 1.45	 1.25 1.45	 1.25 1.45
k_7	Hệ số an toàn	1.2	1.2	1.2

1.3. Bình chứa thu hồi

Bình chứa thu hồi dùng để chứa môi chất lỏng xả ra từ các dàn bay hơi khi tiến hành phá băng hơi nóng. Bình có hai dạng đặt ngang và thẳng đứng.

Thể tích của bình được tính theo biểu thức:

$$V_T = \frac{V_{dt\max} + V_{dq\max}}{0,8}.1,2 = 1,5(V_{dt\max} + V_{dq\max}) \quad (79)$$

V_T - Thể tích bình chứa thu hồi

$V_{dt\max}$, $V_{dq\max}$ - Thể tích lớn nhất của dàn bay hơi tĩnh, động

1,2 - Hệ số an toàn

Mức chứa lớn nhất của bình cho phép vào khoảng 80%

Trong hệ thống lạnh có bơm tuần hoàn, thể tích bình chứa thu hồi có thể lấy tuỳ theo sức chứa lớn nhất của bình chứa tuần hoàn.

1.4. Bình chứa dự phòng

Bình được lắp đặt trong hệ thống không có bơm tuần hoàn, dùng để chứa môi chất lỏng khi phụ tải nhiệt của các dàn lạnh tăng. Khi bình chứa dự phòng đặt đứng thì nó có thể kiêm luôn chức năng của bình tách lỏng.

Thể tích của bình có thể tính theo biểu thức:

- Khi bình đặt nằm ngang:

$V_{DP} = 0,35(V_{dl} + V_{dq})$

- Khi bình đặt thẳng đứng:

$V_{DP} = 0,45(V_{dl} + V_{dq})$

Ở chế độ làm việc bình thường, bình chứa cao áp chứa 50% thể tích, bình chứa tuần hoàn chứa 30% còn bình thu hồi và bình dự phòng để trống.

Tất cả các bình chứa đều phải trang bị van an toàn, áp kế, mức lỏng kế và các van chặn và các thiết bị tự động cần thiết.

2. Bình tách lỏng

Bình tách lỏng bố trí trên đường hút của máy nén để bảo vệ máy nén không hút phải lỏng. Trong các hệ thống lạnh hiện đại, bình tách lỏng được trang bị các thiết bị tự động ngắt mạch, ngừng máy nén nếu mức lỏng trong bình lên đến mức nguy hiểm. Trong hệ thống lạnh có bơm tuần hoàn và không bơm tuần hoàn khi cấp lỏng cho các dàn lạnh bằng tín hiệu hơi quá nhiệt thì trong bình không có lỏng vì toàn bộ lỏng trong bình sẽ chảy về bình chứa.

Người ta chọn bình tách lỏng theo đường kính ống nối vào đường hút máy nén. Mỗi chế độ nhiệt độ cần ít nhất một bình tách lỏng, áp suất tối đa của bình tách lỏng là 1,5 MPa, nhiệt độ từ -50 đến 40^0C.

3. Bình trung gian

Bình trung gian được sử dụng trong hệ thống lạnh hai và nhiều cấp. Bình trung gian dùng để làm mát hơi môi chất sau khi nén ở cấp thấp và để quá lạnh lỏng môi chất trước khi vào van tiết lưu bằng cách bay hơi một phần lỏng ở áp suất và nhiệt độ trung gian. Có hai loại bình trung gian, bình có ống xoắn và không có ống xoắn.

Bình trung gian được chọn theo đường kính ống hút vào máy nén cấp cao. Khi đó tốc độ hơi trong bình theo tiết diện ngang không quá 0,5 m/s, tốc độ lỏng trong ống xoắn từ 0,4 đến 0,7 m/s, hệ số truyền nhiệt của ống xoắn khoảng 580 đến 700 W/m^2K.

4. Bình tách dầu

Bình tách dầu bố trí trên đường đẩy của máy nén amôniăc để tách dầu ra khỏi dòng hơi nén trước khi vào bình ngưng tụ. Có nhiều loại bình khác nhau nhưng hiện nay được sử dụng nhiều nhất là các bình loại dòng xoáy (cyclo)

Chọn bình tách dầu theo đường kính đường ống nối vào đường đẩy của máy nén.

5. Bình chứa dầu

Bình chứa dầu dùng để gom dầu từ các bình tách dầu, từ các bầu dầu của các thiết bị. Bình chứa dầu có dạng hình trụ đặt đứng, có đường ống nối với đường xả dầu của các thiết bị, đường nối với ống hút về của máy nén và đường xả dầu ra có trang bị áp kế. Dầu được xả về bình nhờ chênh lệch áp suất, áp suất trong bình được hạ thấp khi mở van trên đường nối với ống hút. Khi xả dầu ra ngoài áp suất trong bình chỉ được phép cao hơn áp suất khí quyển vài trăm Pa.

Số lượng bình chứa dầu được chọn theo số lượng và kích thước của các thiết bị. Trong các hệ thống lạnh lớn, nên bố trí một bình chứa dầu cho mỗi hệ thống dàn bay hơi.

6. Van một chiều

Theo quy định an toàn, trong các máy lạnh lớn phải lắp van một chiều trên đường đẩy đề phòng khả năng amôniăc ở dàn ngưng quay về máy nén trường hợp máy nén bị hỏng.

Trước các thiết bị ngưng tụ cũng phải lắp các van một chiều.

VII. TÍNH CHỌN THÁP GIẢI NHIỆT

Nhiệm vụ của tháp giải nhiệt là thải toàn bộ lượng nhiệt do môi chất lạnh ngưng tụ thải ra. Lượng nhiệt này được thải ra môi trường nhờ chất tải nhiệt trung gian là nước. Nước vào bình ngưng có nhiệt độ t_{w1} nhận nhiệt của môi chất, tăng nhiệt độ lên 4 - 5^{0}C (t_{w2}) sau đó được đưa sang tháp giải nhiệt và tụ thành những giọt nhỏ. Những hạt nước nóng nhỏ chảy theo khối đệm vừa trao đổi nhiệt với không khí đi ngược dòng từ dưới lên vừa bay hơi (trao đổi chất). Quá trình trao đổi nhiệt chủ yếu là do quá trình bay hơi một phần nước vào không khí. Không khí chuyển động cưỡng bức nhờ quạt gió. Kết thúc quá trình này nhiệt độ nước giảm đi 4 - 5^{0}C và trở về nhiệt độ ban đầu để tiếp tục đi vào bình ngưng.

Phương trình cân bằng nhiệt có thể viết dưới dạng

$Q_k = C.\rho.V.(t_{w2} - t_{w1}) = V_k.\rho_k.(h_{k2} - h_{k1})$

Q_k - Nhiệt lượng thải ở bình ngưng tụ; kW

V - Lưu lượng nước; m^3/s

t_{w1}, t_{w2} - Nhiệt độ nước vào và ra khỏi bình ngưng tụ hay nhiệt độ nước ra và vào tháp giải nhiệt; ^0C

C - Nhiệt dung riêng của nước; kJ/kgK

ρ - Khối lượng riêng của nước; kg/m^3

V_k - Lưu lượng không khí qua tháp giải nhiệt; m^3/s

ρ_k - Khối lượng riêng của không khí; kg/m^3

h_{k1}, h_{k2} - Entanpi của không khí vào và ra khỏi tháp giải nhiệt; kJ/kg KKK

Tổn thất nước giải nhiệt cho tháp không lớn, chỉ bằng 3 - 10% lượng nước tuần hoàn. Tháp cần bổ sung liên tục nước từ tháp nước thành phố bù vào lượng nước bay hơi và tổn thất do bị cuốn theo không khí do quạt thổi.

Lưu lượng nước tuần hoàn có thể tính theo biểu thức

$$V = \frac{Q_k}{C.\rho.(t_{w2} - t_{w1})}; \ m^3/s$$

Nhiệt độ nước ra khỏi tháp giải nhiệt phụ thuộc vào trạng thái không khí (nhiệt độ và độ ẩm), tốc độ không khí, bề mặt trao đổi nhiệt ẩm giữa nước và không khí. Nếu diện tích bề mặt trao đổi nhiệt là vô hạn thì t_{w1} bằng nhiệt độ nhiệt kế ướt t_u. Nhiệt độ nhiệt kế ướt cũng được coi là giới hạn làm mát của tháp giải nhiệt. Trong thực tế, nhiệt độ nước ra khỏi tháp t_{w1} thường cao hơn nhiệt độ nhiệt kế ướt t_u khoảng 3 đến 5^0C.

Tỷ số giữa hiệu nhiệt độ thực và hiệu nhiệt độ lý thuyết là hiệu suất của tháp giải nhiệt

$$\eta = \frac{t_{w2} - t_{w1}}{t_{w2} - t_u} \qquad (80)$$

Thực tế hiện nay được sử dụng rộng rãi nhất là tháp giải nhiệt có quạt gió do có hiệu suất lớn nhất.

Phương pháp giải nhiệt	Tải nhiệt riêng q_f kW/m²	Trở lực riêng $10^3 N.m^3/m^2.s$	Hiệu suất giải nhiệt
Bồn nước phun	2.5-6.5	0.2-0.3	0.35-0.40
Tháp giải nhiệt			
-Phun nước kiểu hở	8.0-20	0.7-1.0	0.45-0.55
-Phun giọt kiểu hở	10-30	0.8-1.4	0.60-0.75
-Có quạt gió	40-50	1.0-2.5	0.75-0.85

Để lựa chọn tháp giải nhiệt phù hợp sau khi đã tính được năng suất tính toán cần thiết của tháp giải nhiệt, cần phải tính đến các yếu tố sau

- Khi chọn tháp giải nhiệt có năng suất nhỏ hơn: Vốn đầu tư nhỏ nhưng máy lạnh sẽ phải làm việc ở điều kiện nặng nề.

- Khi chọn tháp có năng suất lớn hơn: Vốn đầu tư ban đầu tăng nhưng công nén giảm, năng suất lạnh tăng, tiêu tốn điện năng giảm.

- Ngoài ra còn cần phải chú ý đến điều kiện thời tiết nơi đặt tháp, điều kiện về cấp nước...

Trên tháp giải nhiệt thường có ghi số chỉ năng suất lạnh của tháp, đơn vị là tôn lạnh, khi cần tính năng suất lạnh của máy theo kcal/h phải nhân với 3024, còn khi cần tính năng suất giải nhiệt của tháp theo kcal/h thì nhân với 3900.

VIII. TÍNH CHỌN ĐƯỜNG ỐNG

1. Tính chọn đường ống dẫn môi chất

Tính chọn đường ống thực chất là công việc xác định đường kính của ống dẫn cho một hệ thống đã cho. Đường kính ống được lựa chọn trên cơ sở tính toán tối ưu liên quan tới giá thành đầu tư và chi phí vận hành. Trong thực tế thường chọn đường kính ống theo kinh nghiệm từ các số liệu ban đầu như tốc độ cho phép của môi chất, lưu lượng, khối lượng riêng... hoặc có thể tính toán theo biểu thức.

$$d = \sqrt{\frac{4m}{\rho.\pi.\omega}}\text{; m} \qquad (81)$$

d - Đường kính trong của ống dẫn; m

m - Lưu lượng; kg/s

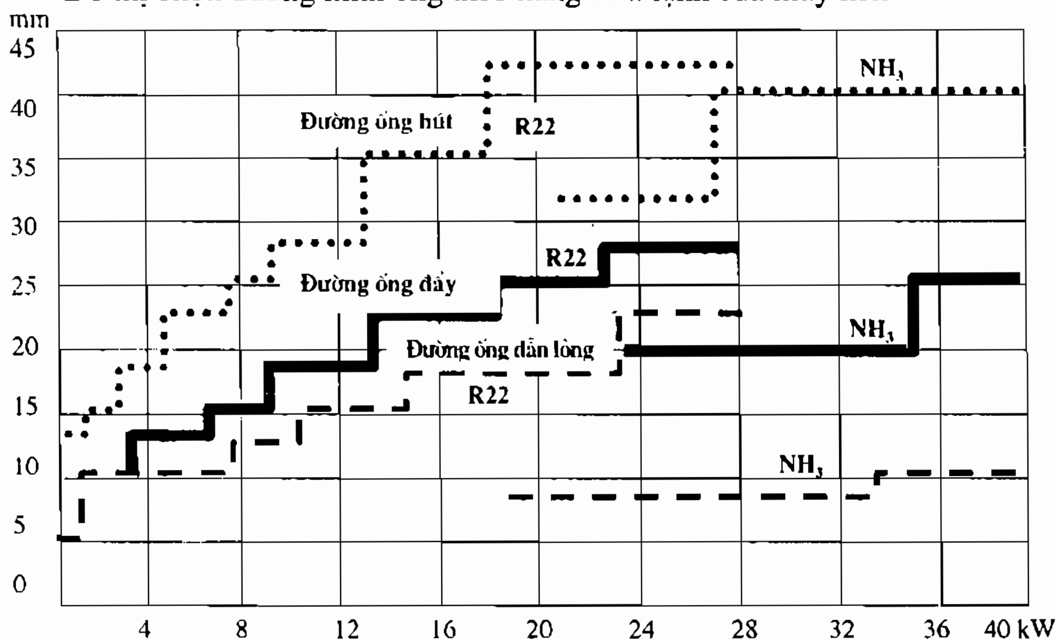
ρ - Khối lượng riêng của môi chất; kg/m^3

ω - Tốc độ dòng chảy trong ống; m/s

Trường hợp ứng dụng		ω, m/s
Đường hút của máy lạnh nén hơi	NH_3	15-20
	R12	5-10
	R22, R502	7-12
Đường đẩy của máy lạnh nén hơi	NH_3	15-25
	R12	7-12
	R22, R502	8-15
Đường dẫn lỏng của máy lạnh nén hơi	NH_3	0.5-2
	R12, R22, R502	0.4-1
Nước muối		0.3-1
Nước		0.5-2

Các đường ống cần bố trí sao cho có đường đi ngắn nhất. Trên đường dẫn lỏng tránh tạo ra các túi khí và trên đường dẫn khí tránh tạo ra các túi lỏng (trừ túi dầu của máy lạnh frêôn). Để dầu hồi về máy nén được dễ dàng thì tốc độ trong ống đứng hướng lên không dưới 8 - 10 m/s, trong ống nằm ngang không dưới 6 m/s.

Đồ thị chọn đường kính ống theo năng suất lạnh của máy nén



Sau khi đã tính toán được đường ống theo các giá trị đã cho hoặc đã xác định được từ chu trình lạnh cần chọn ống thích hợp theo tiêu chuẩn.

2. Tính chọn đường ống dẫn nước và chất tải lạnh

Tính chọn đường ống cho nước và chất tải lạnh cũng tương tự như khi tính cho môi chất, nhưng chú ý ống thép sử dụng cho chất tải lạnh có quy cách khác với ống dẫn môi chất.

Đường kính ống lựa chọn cho hệ thống phải bằng hoặc lớn hơn đường kính ống đã tính toán được.

3. Lắp đặt đường ống

Đường ống có thể được bố trí phía trên, gắn cố định vào tường hoặc trần. cách bố trí này hay được dùng vì công tác cách nhiệt, sửa chữa và kiểm tra định kỳ thuận tiện hơn.

Nếu không đi trên cao, có thể bố trí đường ống đi trong các kênh ngầm hoặc chôn ngầm, nhưng phải chú ý tạo điều kiện cho công tác kiểm tra bảo dưỡng định kỳ.

IX. TÍNH CHỌN BƠM

1. Tính chọn bơm nước và chất tải lạnh

Bơm nước và chất tải lạnh có nhiệm vụ tuần hoàn chất tải lạnh qua các dàn lạnh hoặc nước làm mát qua bình ngưng.

Hai đại lượng cần xác định khi chọn bơm là năng suất và cột áp của bơm.

1.1. Năng suất của bơm (lưu lượng bơm)

Là thể tích chất lỏng mà bơm cấp vào ống đẩy trong một đơn vị thời gian

Năng suất của bơm nước muối cho hệ thống lạnh được xác định theo công thức:

$$V = \frac{Q_0}{\rho_n . C_n .(t_{n2} - t_{n1})} \qquad (82)$$

V - Năng suất của bơm; m^3/s

ρ_n - Mật độ của nước muối; kg/m^3

C_n - Nhiệt dung riêng của nước muối; kg/m^3

t_{n1}, t_{n2} - Nhiệt độ nước muối vào và ra khỏi thiết bị bay hơi; ^0C

Q_0 - Năng suất lạnh của bình bay hơi

Năng suất của bơm nước giải nhiệt cho hệ thống lạnh được xác định theo công thức:

$$V_n = \frac{Q_k}{C.\rho.\Delta t_w}; \ m^3/s$$

Q_k - Tải nhiệt của thiết bị ngưng tụ đã cho; kW

C - Nhiệt dung riêng của nước; 4,19 kJ/kgK

ρ - Khối lượng riêng của nước; 1000 kg/m^3

Δt_w - Độ tăng nhiệt độ trong thiết bị ngưng tụ; K

Trong thực tế người ta thường chọn bơm nước giải nhiệt, bơm nước muối và bơm dự phòng cùng chủng loại để nhanh chóng dễ dàng trong công tác lắp ráp, thay thế, sửa chữa.

Các bơm dự phòng được lắp song song với bơm chính, có các van chặn hai phía để có thể sẵn sàng phục vụ khi cần.

1.2. Cột áp của bơm

Còn gọi là chiều cao áp lực hay lượng tăng năng lượng của chất lỏng khi đi từ miệng hút đến miệng đẩy của bơm, thường được tính bằng m cột lỏng hoặc nước, ký hiệu *H*

$H = H_h + H_d + h_h + h_d$ (83)

H_h, H_d - Chiều cao hút và chiều cao đẩy; m

h_h, h_d - Tổn thất áp suất trên đường hút và đường đẩy; m

Trường hợp bơm được đặt dưới mức lỏng thì chiều cao đẩy mang dấu dương còn chiều cao hút mang dấu âm.

Khi hệ thống bơm có vòi phun, để các vòi phun làm việc đúng thiết kế cột áp của bơm cần lựa chọn phải tính đến tổn thất do trở lực của vòi phun h_f

$h_f = (0,5 \div 0,8).10^5 N/m^2$.

$h_f = 0,5 \div 0,8$ bar

1.3. Công suất động cơ yêu cầu

Được xác định theo biểu thức

$$N = \frac{V.H}{\eta.1000} \quad (84)$$

N - Công suất động cơ yêu cầu; kW

V - Năng suất bơm (lưu lượng); m^3/h

H - Tổng trở lực; Pa

η - Hiệu suất bơm,

Với bơm nhỏ η = 06 - 0,7. Với bơm lớn η = 0,8 - 0,9

Nếu bơm được nối với động cơ qua khớp nối thì công suất yêu cầu của động cơ tính theo biểu thức

$$N_{dc} = k.N$$

k - Hệ số an toàn của động cơ

Khi	N ≤ 2 kW	k = 1,5
	N = 2 - 5 kW	k = 1,25 - 1,5
	N = 5 - 50 kW	k = 1,15 - 1,25

2. Tính chọn bơm amôniăc

Trong các hệ thống lạnh có bơm tuần hoàn người ta sử dụng bơm điện kiểu kín để tuần hoàn cưỡng bức môi chất lỏng amôniăc qua dàn lạnh.

Bơm lắp càng gần bình chứa tuần hoàn càng tốt do mục đích tránh lỏng bay hơi, tạo nút hơi làm gián đoạn lỏng trên đường hút.

Cột lỏng được tính từ tâm của ống hút của bơm đến mức lỏng thấp nhất cho phép của bình chứa tuần hoàn.

$h = h_1 + h_2$

h_1 - Cột áp cần thiết phía hút.

h_2 - Tổn thất áp suất trên đường ống

Để giảm tổn thất áp lực trên đường ống đến mức thấp nhất cần phải chọn đường kính ống lớn, tốc độ lỏng không vượt quá 0,5 m/s. Chiều dài đường ống càng ngắn càng tốt. Số lượng van và các vị trí trở kháng thuỷ lực cần giảm đến mức thấp nhất.

Thực tế, để làm mát và bôi trơn đôi khi người ta sử dụng chính môi chất amôniăc lỏng. Để đảm bảo đầy lỏng trong khoang bơm, người ta lắp rơle mức lỏng kiểu phao trên đường ra của chất lỏng từ nắp sau. Rơle mức lỏng sẽ ngắt mạch điện của bơm khi mức lỏng hạ xuống dưới mức cho phép.

Ngoài ra, để tránh cho bơm không bị hỏng hóc do bôi trơn, người ta lắp đặt một rơle kiểm tra việc bôi trơn làm việc theo hiệu áp suất. Hiệu áp suất phải bằng 0,8 áp suất của cột lỏng. Rơle này còn kiểm tra hiệu áp suất giữa đường đẩy và đường hút.

X. TÍNH CHỌN QUẠT

1. Tính toán đường ống dẫn không khí

Trong các hệ thống điều hoà không khí và trong một số kho lạnh người ta sử dụng dàn quạt với hệ thống phân phối và thu hồi không khí lạnh. Trước khi tiến hành tính toán đường ống cần phải vẽ phá các tuyến đường ống dẫn không khí lên mặt bằng buồng lạnh, sau đó thiết kế sơ đồ ống theo phép chiếu trục đo. Nếu cần phải vẽ thêm cả sơ đồ không gian ống dẫn không khí trong buồng lạnh. Mạng ống dẫn được chia ra thành từng đoạn với điều kiện mặt cắt không đổi, lưu lượng không khí và tốc độ không khí cũng không đổi. Mỗi đoạn cần ghi đầy đủ kích thước, đánh số và ghi lưu lượng của không khí.

Diện tích mặt cắt xác định theo biểu thức

$$F = \frac{V}{\omega}$$

F - Diện tích tiết diện đường ống dẫn; m^2.

V - Lưu lượng không khí trong đoạn ống; m^3/s.

ω - Tốc độ không khí; m/s

Khi tính toán chi tiết các đoạn ống thổi không khí, đầu tiên phải xác định tốc độ không khí ở cửa ra của thiết bị phân phối không khí. Sau đó xác định tốc độ trong các đoạn ống. Tốc độ không khí tăng từng cấp khi tiến dần về phía quạt.

Vị trí bố trí miệng thổi so với khu vực làm việc	Hiệu nhiệt độ giữa gió lạnh và không khí trong phòng (đối với hệ thống điều hoà không khí); °C	Tốc độ không khí m/s
Trong khu vực làm việc	3	0.5-0.75
Trong khu vực làm việc	4	0.3-0.6
Trên cao 2 - 3 m	7	2-3
Trên cao 2 - 3 m	10	1.5-2
Trên cao từ 3 m trở lên	10	3-4

Khi tính toán đường gió hồi, tốc độ không khí ở cửa vào mạng ống hút lấy bằng 5 - 7 m/s.

Nếu các đường ống dẫn không khí làm bằng tôn tấm, tốc độ không khí có thể lấy từ 8 - 10 m/s. Trong các nhà ở sinh hoạt, các đường ống dẫn không khí thường xây bằng gạch hoặc bêtông thì tốc độ không khí nhỏ hơn, từ 3 - 7 m/s.

Từ diện tích mặt cắt *F* có thể tính được các kích thước của tiết diện ống. Khi các đường ống dẫn gió có tiết diện hình chữ nhật người ta sử dụng giá trị đường kính tương đương (tra bảng) để tính toán

2. Tính chọn quạt gió

Tương tự như khi chọn bơm, khi chọn quạt gió cũng cần phải biết năng suất quạt và cột áp.

2.1. Xác định cột áp

Cột áp của quạt phải lớn hơn toàn bộ trở kháng đường ống hút và đường ống đẩy của mạng ống gió cộng với tổn thất áp suất động khi không khí được thổi từ miệng thổi vào buồng.

$$H = \Sigma h_i + \frac{\rho.\omega^2}{2} \qquad (85)$$

Trở kháng của mạng ống dẫn gồm trở kháng ma sát và trở kháng cục bộ.

$$h = h_{ms} + h_{cb}$$

$$h_{ms} = \frac{\lambda.l}{d_i}.\frac{\rho.\omega^2}{2}$$

h_{ms} - Tổn thất áp suất; Pa

λ - Hệ số trở kháng của ống

l - Chiều dài phần ống thẳng; m

ρ - Mật độ chất lỏng; kg/m^3

ω - Tốc độ chuyển động của chất lỏng; m/s

d_i - Đường kính trong của ống; m

Nếu đường ống được xây bằng vật liệu xây dựng có độ nhám lớn thì hệ số trở kháng của ống λ sẽ được nhân thêm các hệ số điều chỉnh.

$$h_{cb} = \xi.\frac{\rho.\omega^2}{2}$$

h_{cb} - Tổn thất áp suất; Pa

ξ - Hệ số trở kháng cục bộ

2.2. Xác định năng suất

Năng suất của quạt có thể xác định theo hai cách:

- Theo bội số tuần hoàn của thể tích không khí yêu cầu, nghĩa là trong một đơn vị thời gian, quạt sẽ thay đổi được bao nhiêu lần thể tích buồng.
- Theo lượng nhiệt và lượng ẩm cần thải ra khỏi buồng.

2.3. Chọn quạt gió

Từ các giá trị cột áp và năng suất quạt tính được, tra các đồ thị đặc tính để lựa chọn quạt với số lượng và chủng loại đáp ứng được yêu cầu đã đặt ra.

BÀI TẬP

Bài 1: Máy nén lạnh sử dụng R22 có các thông số sau:

Nhiệt độ ngưng tụ	$t_k = 42^0C$
Nhiệt độ bay hơi	$t_0 = 0^0C$
Nhiệt độ quá lạnh	$t_{ql} = 35^0C$
Nhiệt độ quá nhiệt	$t_{qn} = 7^0C$
Đường kính xylanh	d = 75 mm
Hành trình pittông	S = 62 mm
Số pittông	Z = 4
Số vòng quay	n = 1450 v/ph
Hệ số cấp	$\lambda = 0{,}8$
Hiệu suất toàn bộ	$\eta = 0{,}7$
Hệ số an toàn khi lắp đặt	s = 1,4

Xác định tỷ số nén π, thể tích hành trình pittông V_h, lưu lượng môi chất G, công suất nén đoạn nhiệt N_s, công suất tiêu thụ điện N_d, công suất lắp đặt N_{ld}.

Trả lời

π	= 3,28	V_h	= 0,0265 m^3/s
G	= 0,437 kg/s	N_s	= 13,12 kW
N_d	= 17,74 kW	N_{ld}	= 24,84 kW

Bài 2: Máy nén lạnh sử dụng NH_3 có các thông số sau:

Áp suất ngưng tụ	$p_k = 20$ bar
Áp suất bay hơi	$p_0 = 3$ bar
Nhiệt độ quá nhiệt	$t_{qn} = 0^0C$
Đường kính xylanh	d = 80 mm
Hành trình pittông	S = 70 mm
Số pittông	Z = 2
Số vòng quay	n = 720 v/ph
Hệ số cấp	$\lambda = 0{,}7$

Xác định tỷ số nén π, thể tích hành trình pittông V_h, lưu lượng môi chất G, công suất nén đoạn nhiệt N_s.

Trả lời

π	= 6,67	V_h	= 0,00844 m^3/s
G	= 0,0137 kg/s	N_s	= 4,45 kW

Bài 3: Máy lạnh NH_3 có nhiệt độ ngưng tụ là 35^0C, nhiệt do hơi ngưng toả ra là 300kW. Tính chọn bình ngưng ống vỏ nằm ngang, tốc độ nước trong ống khi nhiệt độ nước vào là 26^0C và nhiệt độ nước ra là 30^0C. Chọn máy bơm nước.

Trả lời:

Chọn bình KTΓ - 50 (hoặc tương đương)

Diện tích F = $50m^2$, số ống n = 216, số lối z = 8, chiều dài ống l = 4m, đường kính và chiều dày ống ϕ = 25 x 2,5mm.

Lưu lượng nước G_n = 17,94 kg/s

Tốc độ nước ω = 1,35 m/s

Chọn bơm 4K-18 (hoặc tương đương)

Bài 4: Máy lạnh R22 có năng suất lạnh là 90kW, hệ số lạnh lý thuyết $\varepsilon = 3$. Tính chọn bình ngưng ống vỏ nằm ngang, nước làm mát tuần hoàn qua tháp giải nhiệt, vị trí đặt tại Hà Nội. Chọn máy bơm nước.

Trả lời:

Chọn bình KTP - 65 (hoặc tương đương) có diện tích F = $62m^2$

Lưu lượng nước G_n = 9,6 kg/s

Chọn bơm 3K- 9a (hoặc tương đương)

Bài 5: Xác định bề mặt truyền nhiệt của dàn bay hơi đối lưu cưỡng bức và chọn quạt cho dàn để đảm bảo nhiệt độ trong phòng bảo quản bằng $t_p = -5^0C$ với năng suất lạnh Q_0 = 12 kW, môi chất lạnh là R22.

Trả lời:

Chọn 5 dàn loại 2B020 (hoặc tương đương) có diện tích mỗi dàn $F_1 = 20m^2$ và tổng diện tích trao đổi nhiệt cần có là F = $100m^2$

Lưu lượng không khí qua dàn V = $0,67m^3/s$, vậy chọn 5 quạt $2\frac{1}{2}$ có lưu lượng mỗi quạt là $V_1 = 0,15m^3/s$

Bài 6: Tính chọn dàn lạnh không khí trong buồng bảo quản đông có kích thước 24m x 12m.

Nhiệt độ trong buồng là t = -20^0C, năng suất lạnh cần thiết là Q_0 = 20kW.

Dàn lạnh không khí đối lưu tự nhiên kiểu ống có cánh.

Xác định nhiệt độ bay hơi và nhiệt độ ngưng của máy lạnh khi dùng NH_3.

Trả lời:

Chọn 10 dàn loại CC (hoặc tương đương) có chiều dài $L_1 = 4,5m$, số bước ống $n_1 = 5$ (có 6 ống), bước cánh $t_1 = 30mm$, diện tích mỗi dàn $F_1 = 51,8m^2$

$t_0 = -33^0C$; $t_k = 34^0C$

Các bảng biểu sử dụng trong giáo trình này được lấy theo cuốn *Bài tập nhiệt động, truyền nhiệt và kỹ thuật lạnh* của tác giả Bùi Hải và Trần Thế Sơn, Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật - Hà Nội, 2001. Xin chân thành cảm ơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Đức Lợi - ***Hướng dẫn thiết kế hệ thống lạnh*** - Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật Hà Nội, 1999.
2. Bùi Hải, Hà Mạnh Thư, Vũ Xuân Hùng - ***Hệ thống điều hoà không khí và thông gió*** - Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật- Hà Nội, 2001.
3. Bùi Hải, Trần Thế Sơn - ***Bài tập nhiệt động, truyền nhiệt và kỹ thuật lạnh*** - Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật- Hà Nội, 2001.
4. Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tuỳ - ***Kỹ thuật lạnh cơ sở*** - Nhà xuất bản Giáo dục, 1999.
5. Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tuỳ - ***Máy và thiết bị lạnh*** - Nhà xuất bản Giáo dục, 2002.
6. Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tuỳ - ***Kỹ thuật lạnh ứng dụng*** - Nhà xuất bản Giáo dục, 2002.
7. Nguyễn Đức Lợi, Phạm Văn Tuỳ - ***Bài tập kỹ thuật lạnh*** - Nhà xuất bản Giáo dục, 2002.
8. Đặng Quốc Phú, Trần Thế Sơn, Trần Văn Phú - ***Truyền nhiệt*** - Nhà xuất bản Giáo dục, 1999.
9. Trần Văn Phú - ***Tính toán và thiết kế hệ thống sấy*** - Nhà xuất bản Giáo dục, 2001.
10. Hà Đăng Trung, Nguyễn Quân - ***Điều tiết không khí*** - Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật,1997.
11. Lê Chí Hiệp - ***Kỹ thuật điều hoà không khí*** - Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật, 1998.
12. Nguyễn Văn May - ***Bơm quạt máy nén*** - Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật, 1995.

MỤC LỤC

NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI
4 - TỐNG DUY TÂN, QUẬN HOÀN KIẾM, HÀ NỘI
Điện thoại: (04)8.252916. Fax: (04)9.289143

GIÁO TRÌNH
THIẾT KẾ HỆ THỐNG LẠNH

NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI - 2007

Chịu trách nhiệm xuất bản:
NGUYỄN KHẮC OÁNH
Biên tập:
TRƯƠNG ĐỨC HÙNG
Bìa:
TRẦN QUANG
Trình bày - Kỹ thuật vi tính:
THU HIỀN
Sửa bản in:
TRỊNH MINH TUẤN

In 850 cuốn, khổ 17x24cm tại Công ty cổ phần in và Thương mại Á Phi. Quyết định xuất bản số: 160 - 2007/CXB/464[b] GT - 27/HN. Số 313/CXB ngày 2/3/2007. In xong và nộp lưu chiểu quý III/2007.

BỘ GIÁO TRÌNH XUẤT BẢN NĂM 2007
KHỐI TRƯỜNG TRUNG HỌC ĐIỆN TỬ - ĐIỆN LẠNH

1. LÝ THUYẾT MẠNG MÁY TÍNH
2. THIẾT KẾ HỆ THỐNG LẠNH
3. THỰC HÀNH LẮP RÁP, CÀI ĐẶT VÀ BẢO TRÌ HỆ THỐNG MÁY TÍNH
4. THỰC HÀNH SỬA CHỮA MÁY LẠNH
5. BÁO HIỆU VÀ ĐỒNG BỘ TRONG MẠNG VIỄN THÔNG
6. TỔ CHỨC MẠNG VÀ DỊCH VỤ VIỄN THÔNG
7. THIẾT BỊ ĐẦU CUỐI
8. NHIỆT KỸ THUẬT
9. KỸ THUẬT MÀN HÌNH MÁY TÍNH
10. ĐO LƯỜNG KỸ THUẬT LẠNH
11. THỰC HÀNH KỸ THUẬT SỐ
12. THỰC HÀNH ĐIỆN TỬ CÔNG NGHIỆP
13. CẤU TRÚC MÁY TÍNH
14. LÝ THUYẾT BẢO TRÌ HỆ THỐNG MÁY TÍNH
15. KỸ THUẬT VI XỬ LÝ
16. KỸ THUẬT SỐ VÀ MẠCH LOGÍC
17. KỸ THUẬT THÔNG TIN QUANG
18. THỰC HÀNH LUNUX
19. THỰC HÀNH MẠNG
20. KỸ THUẬT ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ
21. THỰC HÀNH GIA CÔNG LẮP ĐẶT ĐƯỜNG ỐNG
22. MÁY VÀ THIẾT BỊ LẠNH
23. THỰC HÀNH SỬA CHỮA MÀN HÌNH MÁY TÍNH
24. THỰC HÀNH VIỄN THÔNG CHUYÊN NGÀNH

GT Thiết kế hệ thống lạnh

1111080000033
19,000

Giá : 19.000đ